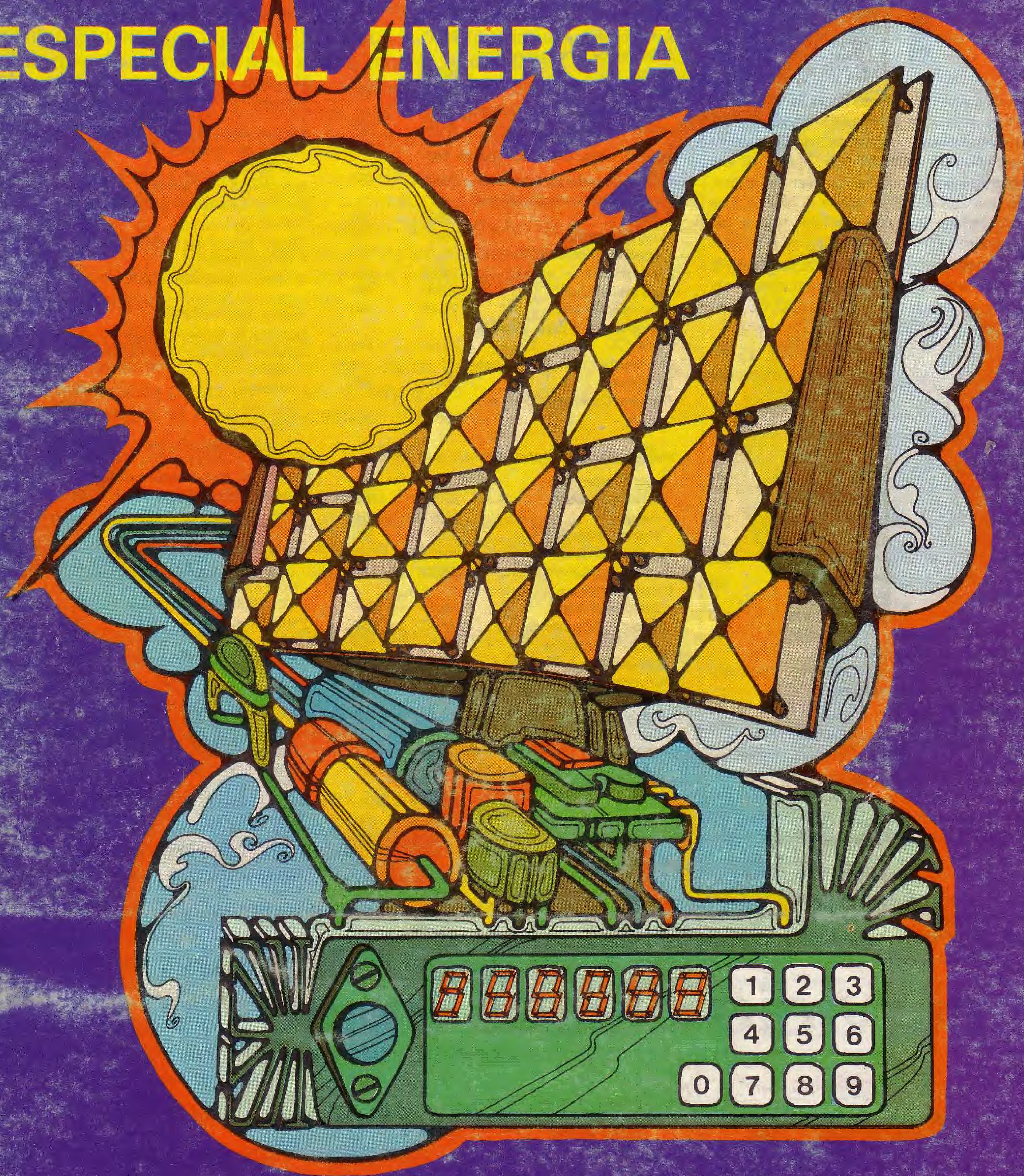
elektor

N.º 9
febrero 1981
175 ptas.

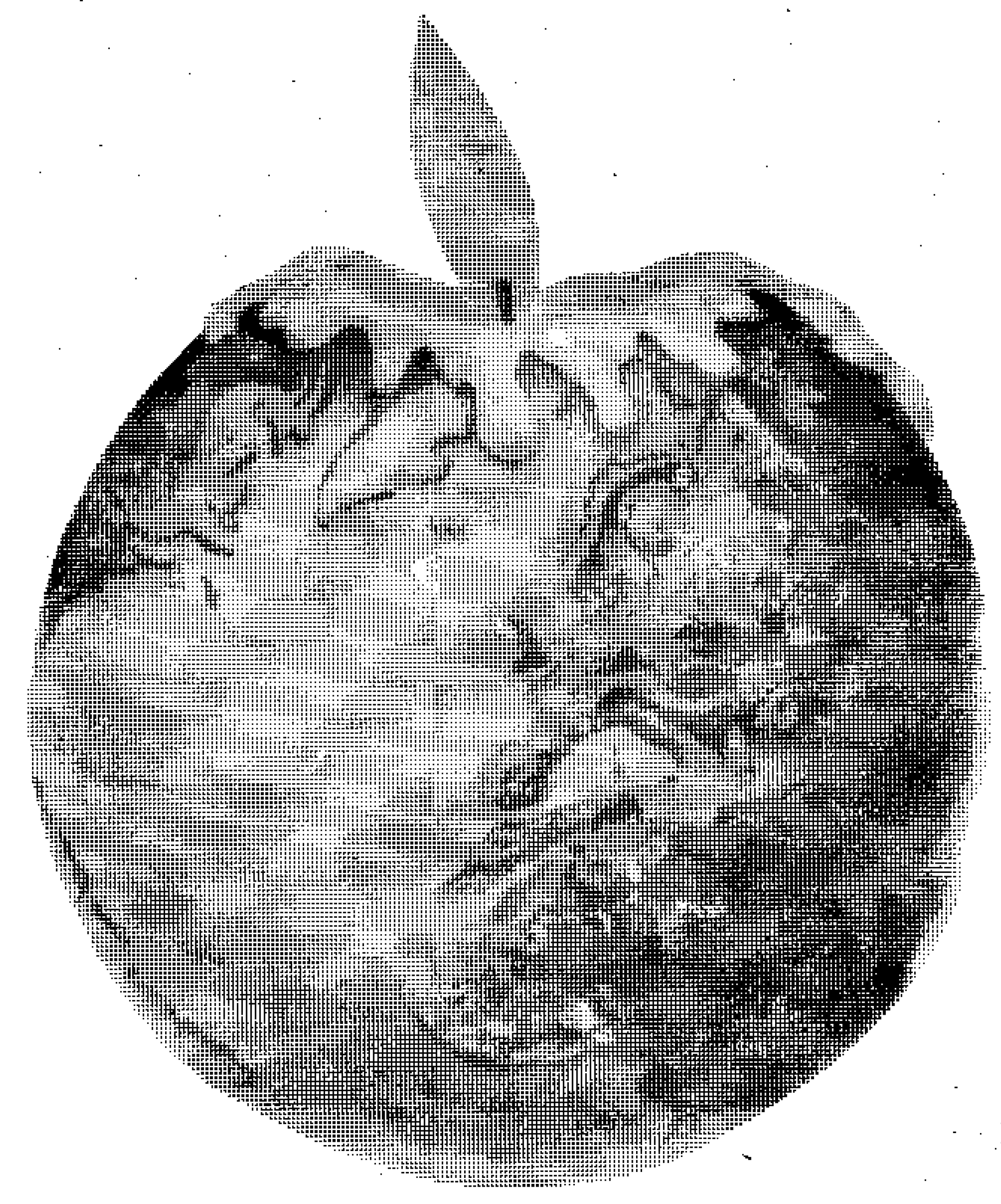
electrónica: técnica y ocio

ESPECIAL ENERGIA



cómo regenerar las pilas secas
medidor del consumo de carburante
control automático para cortinas
tarjeta de memoria RAM y EPROM

sumario
sumario
sumari
suma
sur



especial energía

En este número de Elektor presentamos una serie de interesantes artículos cuyo fin último es el ahorro de energía. Podríamos haber hablado de los grandes temas como la energía solar, eólica, geotérmica, etc., pero hemos querido darle un nuevo enfoque al tema y nos hemos centrado en una serie de aspectos de la vida diaria, en los que son posibles ahorros, incluso espectaculares, de energía.

elektor 9

Año, 2, núm. 9 febrero 1981

Redacción, Administración y Suscripciones:	Villanueva, 19, 1.° Teléf. 276 08 23. Madrid-1
Edita:	Ingelek, S.A.
Presidente:	Ernesto Medina Muñoz
Director:	Antonio M. Ferrer Abelló
Redactor jefe de la edición internacional:	Bob W. van der Horst
Cuerpo de redacción:	Redactores técnicos: J. Barendrecht, G. H. K. Dam, P. Holmes, E. Krempelsauer, A. Nachtmann, G. Nachbar, K. S. M. Walraven
Colaboradores:	J. Ignacio Alegría, Guillermo Jiménez, Domingo Bernal, Miguel Maroto
Exclusiva de publicidad	NOVOMEDIA, S.A. Madrid: Jefe de publicidad, Fernando Yunta. Recoletos, 1. Tel. 276 12 05-06-07
	Barcelona: José Suárez. Villarroel, 191. Tel. 321 13 50
	Bilbao: José Juan González Garay. Joaquín Adán, 1. Tel. 415 57 01
Impresión:	Gráficas ELICA. Boyer, 5. Madrid-32
Contabilidad:	María Antonia Buitrago
Suscripciones:	Inmaculada de la Torre

	1980 (6 núms.)	1981 (11 núms.)
España	1.120 Ptas.	1.800 Ptas.
Extranjero (correo de superficie)	1.620	2.600
Extranjero (correo aéreo)	2.120	3.300
Precio ejemplar sencillo	160	175
Precio ejemplar doble	320	350
Ejemplares atrasados	Precio de portada	

En 1981 la revista Elektor tendrá carácter mensual, publicándose 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.
Depósito legal: GU. 3-1980

CORRESPONDENCIA
Para facilitar la labor de administración deberá mencionarse en la esquina superior izquierda del sobre la sigla que corresponda:

CT	Consulta técnica	S	Suscripciones
DR	Director	RA	Revistas atrasadas
CD	Cambio de dirección	ESS	Servicio de Software
EPS	Circuitos impresos	P	Publicidad
SC	Servicio comercial		

Todas las cartas dirigidas a consulta técnica deberán incluir un sobre de respuesta, franqueado y con el nombre y dirección del consultante. En caso contrario no se atenderá la consulta.

SOLICITADO CONTROL DE OJD

claves

¿Qué es un TUN?
¿Qué es un 10 n?
¿Qué es el EPS?
¿Qué es el servicio CT?
¿Qué es el duende de Elektor?

Tipos de semiconductores
A menudo, existen un gran número de transistores y diodos con denominaciones diferentes, pero con características similares. Debido a ello, Elektor utiliza, para designarlos, una denominación abreviada.

• Cuando se indica **741** se entiende que se hace referencia a: μ A 741, LM 741, MC 641, MIC 741, RM 741, SN 7241, etcétera.

• **TUP** o **TUN** (Transistor universal de tipo PNO o NPN, respectivamente) representa a todo transistor de silicio, de baja frecuencia, con las siguientes características:

$U_{CEO,}$ máx.	20 V
$I_{C,}$ máx.	100 mA
$h_{FE,}$ mín.	100
$P_{tot,}$ máx.	100 mW
$f_{T,}$ mín.	100 mHz

Algunos de los tipos TUN son: las familias BC107, BC108 y BC109; 2N3856A; 2N3859; 2N3860; 2N3904; 2N3947; 2N4124.
Algunos de los tipos TUP son: las familias BC177 y BC178 y el BC179; 2N2412; 2N3251; 2N3906; 2N4126; 2N4291.

• Dus y DUG (Diodo Universal de Silicio o de Germanio, respectivamente), representa a todo diodo de las siguientes características.

	DUS	DUG
U_R máx.	25 V	20 V
I_F máx.	100 mA	35 mA
I_R máx.	1 A	100 A
P_{tot} máx.	250 mW	250 mW
C_D máx.	5 pF	10 pF

Pertenecen al tipo DUS los siguientes: BA127, BA217, BA128, BA221, BA222, BA317, BA318, BAX13, BAY61, IN914, IN4148.
Y pertenecen al tipo DUG: OA85, OA91, OA95, AA116.

• Los tipos BC107B, BC237B, BC547B corresponde a versiones de mayor calidad dentro de una misma «familia». En general, pueden ser sustituidos por cualquier otro miembro de la misma familia.

Familias BC107 (−8, −9)
BC107 (-8, -9), BC147 (-8, -9),
BC207 (-8, -9), BC237 (-8, -9),
BC317 (-8, -9), BC347 (-8, -9),
BC547 (-8, -9), BC171 (-2, -3),
BC182 (-3, -4), BC282 (-3, -4),
BC437 (-8, -9), BC414

Familias BC177 (−8, −9)
BC177 (-8, -9), BC157 (-8, -9),
BC204 (-5, -6), BC307 (-8, -9),
BC320 (-1, -2), BC350 (-1, -2),
BC557 (-8, -9), BC251 (-2, -3),
BC212 (-3, -4), BC512 (-3, -4),
BC261 (-2, -3), BC416

Valores de resistencias y condensadores
En los valores de las resistencias y de los condensadores se omiten los ceros, siempre que ello es posible. La coma se sustituye por una de las siguientes abreviaturas:

p (pico)	$= 10^{-12}$
n (nano-)	$= 10^{-9}$
μ (micro-)	$= 10^{-6}$
m (mili-)	$= 10^{-3}$
k (kilo-)	$= 10^{3}$
M (mega-)	$= 10^{6}$
G (giga-)	$= 10^{9}$

Ejemplos:
— Valores de resistencia:
2k7 = 2700
470 = 470

Salvo indicación en contra, las resistencias empleadas en los esquemas son de carbón 1/4 W y 5% de tolerancia máxima.
— Valores de capacidades:
4p7 = 4,7 pF = 0,0000000000047F
10 = 0,01 μ F = 10^{-8}F

El valor de la tensión de los condensadores no electrolíticos se supone, por lo menos, de 60V; como norma de seguridad conviene que ese valor sea siempre igual o superior al doble de la tensión de alimentación.

Puntos de medida
Salvo indicación en contra, las tensiones indicadas deben medirse con un voltímetro de, al menos, 20 K Ω /V de resistencia interna.

Tensiones de corriente alterna
Siempre se considera para los diseños, tensión senoidal de 220 V/50 Hz.

"U" en vez de "V"
Se emplea el símbolo internacional "U" para indicar tensión, en lugar del símbolo ambiguo "V", que se reserva para indicar voltios.
Ejemplo: se emplea U_b = 10 V, en vez de V_b = 10 V.

Servicios ELEKTOR para los lectores
Circuitos impresos:
La mayoría de las realizaciones Elektor van acompañadas de un modelo de circuito impreso . Muchos de ellos se pueden suministrar taladrados y preparados para el montaje.
Cada mes Elektor publica la lista de los circuitos impresos disponibles, bajo la denominación EPS (Elektor Print Service).

Consultas técnicas:
Cualquier lector puede consultar a la revista cuestiones relacionadas con los circuitos publicados. Las cartas que contengan consultas técnicas deben llevar en el sobre las siglas CT e incluir un sobre para la respuesta, franqueado y con la dirección del consultante.

El duende de Elektor:
Toda modificación importante, corrección, mejora, etc., de las realizaciones de Elektor se incluirá en este apartado.

Cambio de dirección:
Debe advertirse con 6 semanas de antelación.

Tarifa publicitaria (nacional o internacional)
Puede obtenerse mediante petición a la dirección de la revista.

cómo ahorrar energía

Aunque por todas partes se habla del tema del ahorro de la energía, muy pocas veces se dan indicaciones de cómo y dónde pueden hacerse. Este artículo nos servirá para introducirnos en el sistema de calefacción central de una casa, que suele ser el mayor consumidor doméstico de energía.

No es costumbre de ELEKTOR el interesarse por las instalaciones de calefacción central, pero de hecho, éste es un campo en el que se pueden ahorrar cantidades sorprendentes de energía. Por ejemplo: es posible de una manera o de otra (el modo concreto no nos interesa de momento) ahorrar hasta un 10 por 100 de consumo de gas en un sistema de calefacción central que utilice ese combustible. Cuando el consumo total anual es de 3.000 m.³. de gas, esto significa que podemos ahorrar unos 300 m³.
En este artículo se discuten una serie de métodos para el ahorro de energía sin modificar para nada el sistema de calefacción: en otras palabras, se puede ahorrar energía sin invertir una sola peseta. Se trata simplemente de ajustar correctamente el sistema.

La caldera y los radiadores

El gas quemado en la caldera calienta el agua (en algunas casos se calienta aire) que, a su vez, calienta las habitaciones de una casa a través de los radiadores. El rendimiento de la caldera depende de su mantenimiento, de la cantidad de gas quemado, de la eficacia, del aislamiento y, finalmente, de la cantidad de energía que se pierde por la chimenea. Se obtiene el máximo rendimiento de una caldera cuando el quemador está totalmente limpio, sin ninguna obstrucción en sus conductos. Señalamos aquí que, en general, es preferible dejar en manos de profesionales todos los reglajes necesarios de la caldera —¡lo mejor es muchas veces enemigo de lo bueno!—. Por nuestra parte podemos comprobar el sistema del siguiente modo: se anota en un papel la indicación del contador de gas y se pone en marcha la caldera durante una media hora, por ejemplo. El nuevo valor que indica el contador de gas nos permitirá conocer, mediante una sencilla resta, la cantidad consumida, que debe ser acorde con las cantidades especificadas para esa caldera.
El fabricante ha considerado la caldera para un determinado consumo de gas, de manera que toda desviación de ese valor, se traducirá en una disminución del rendimiento. Si usted encuentra una diferencia importante entre la cifra especificada y el consumo real, deberá hacer revisar urgentemente su sistema de calefacción. Cuando se diseña un sistema de calefacción, se seleccionan las tuberías y radiadores necesarios para obtener determinada temperatura en

1

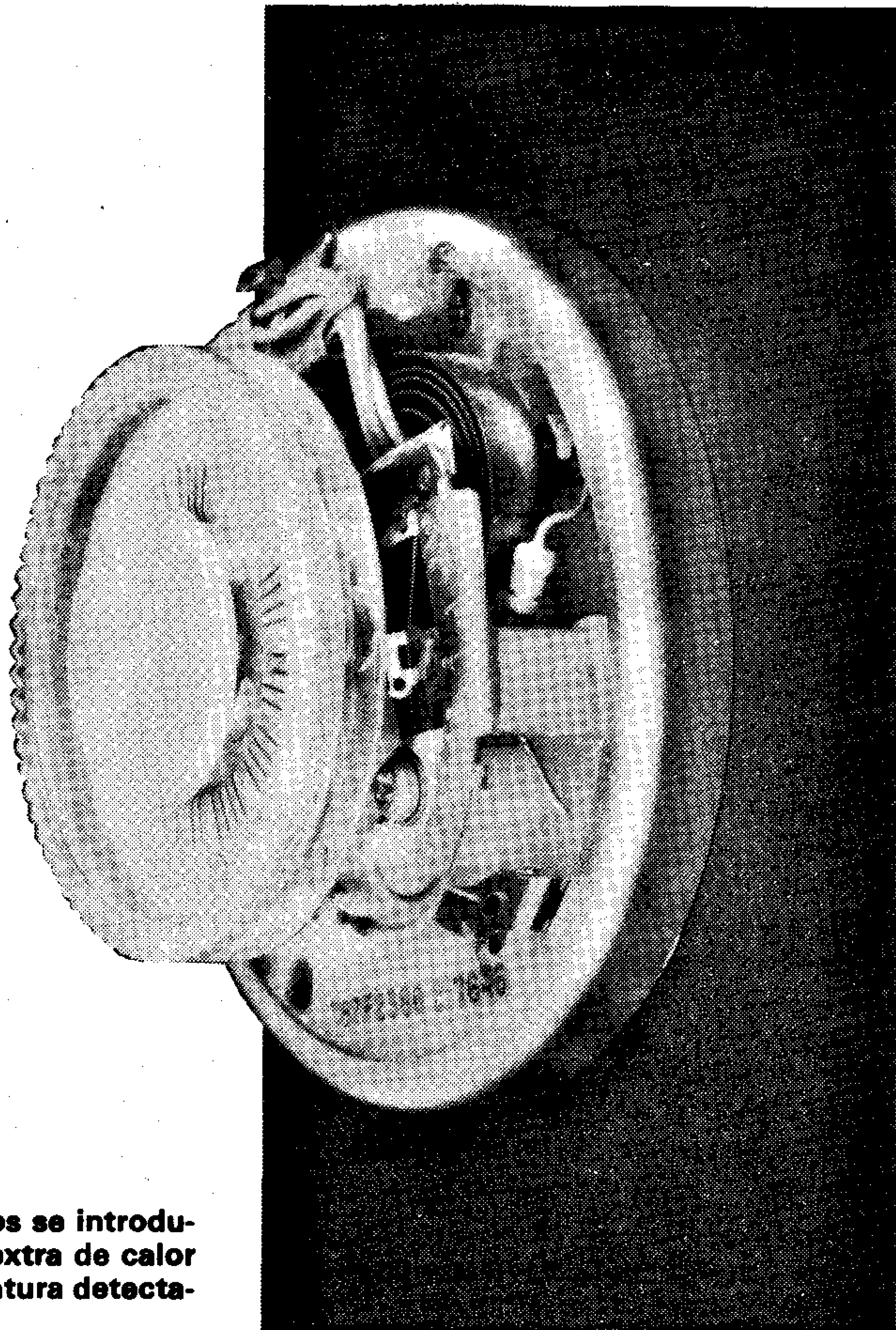


Foto 1. En algunos termostatos se introduce, por la noche, una fuente extra de calor con el fin de falsear la temperatura detectada.

cada habitación. Esta puede ser, por ejemplo, 15° C. en los dormitorios, 22° C. en la sala de estar y 24° C. en el baño. Lógicamente, estos cálculos sólo pueden hacerse de una manera aproximada, por lo que siempre se utilizan radiadores algo más grandes de lo necesario. Como consecuencia, algunas habitaciones pueden resultar con una temperatura ambiente más elevada de lo deseado y es precisamente aquí, donde es posible efectuar ahorros considerables de energía si se regulan adecuadamente las llaves de los radiadores. Así, si una habitación tiene una temperatura superior a la deseada se deberá cerrar la llave del radiador de manera que circule menos agua por el mismo, con lo que descenderá la temperatura. Usted puede dejar este trabajo para los especialistas o puede tratar de hacerlo con la ayuda de un termómetro. Esto le servirá, al menos, para hacerse una idea de los lugares de su casa donde es posible ahorrar energía.
En mediciones efectuadas en 17 casas, elegidas aleatoriamente, se encontró que se podía ahorrar como término medio, entre un 7 y un 8 por 100 (en un caso particular el ahorro fue de un 24 por 100). Después de realizar estos ajustes, puede ser interesante el hablar con sus vecinos para comparar los respectivos consumos de calefacción.
Si usted tiene intención de ampliar su instalación de calefacción, no caiga en la tentación de instalar radiadores de ocasión. Deje que una empresa especializada le asesore sobre las distintas posibilidades existentes. Tenga presente que si los radiadores y las tuberías están mal calculados, se podría desequilibrar su sistema de calefacción.

El termostato de ambiente

En otro artículo de este mismo número se habla ampliamente del termostato de ambiente, por lo que no será necesario insistir sobre las razones que aconsejan su utilización.
Sin embargo, lo que no se dice en ese artículo es cómo verificar si el termostato funciona correctamente. Esta verificación puede hacerse mediante un termómetro de máxima y mínima consistente en un doble termómetro que registra las temperaturas más alta y más baja que se han medido. Si se ajusta, por ejemplo, el termostato a 20° C. y la temperatura mínima medida resulta ser de 18° C. y la máxima 22° C., es evidente que el termostato está mal regulado. El ideal sería que la temperatura de la habitación tuviera una variación máxima de 1° C y, preferiblemente, de 0,5° C.
Es evidente, que este tipo de medidas no pueden hacerse cuando los niños están jugando por la vivienda, abriendo y cerrando las puertas de las habitaciones. Por supuesto, si se dispone de un sistema que baja automáticamente por la noche la temperatura de control, el termómetro de máxima y mínima nos permitirá conocer si se ha sobrepasado el valor previsto para el período de calefacción normal. En caso de que el valor medido sea inferior al deseado, se modificará el ajuste del termostato hasta que se sobrepase ligeramente dicho valor. A continuación, se disminuye muy ligeramente el ajuste del termostato, con lo que se obtendrá el reglaje óptimo.

Disminución de temperaturas durante la noche

Desgraciadamente, el disminuir la temperatura de calefacción durante la noche, no permite ahorrar tanta energía como normalmente podría pensarse. Sin embargo, puede obtenerse un ahorro comprendido entre el 5 y el 10 por 100.
Lo que usted necesita para instalar un sistema automático de disminución de temperaturas durante la noche es un temporizador. Se puede engañar fácilmente al termostato añadiendo un elemento calefactor que puede ser una resistencia. Así por la noche se puede conectar, por ejemplo, a través del temporizador una resistencia de 4k7 ¼ W a la tensión de alimentación de 24V.
Por supuesto dicha resistencia debe estar colocada en el interior del termostato; como resultado, la temperatura de la habitación descenderá hasta que la suma de la temperatura de la habitación más el incremento producido por el calor disipado por la resistencia, sea igual al valor fijado en el termostato. De este modo, no es necesario ningún control mecánico para bajar algunos grados el valor fijado en el termostato. Con la ayuda de un termómetro de máxima y mínima se podrá verificar la reducción nocturna de temperatura. Debe tener presente, sin embargo, que una disminución nocturna de temperatura superior a los 5° C. no supone un incremento de ahorro porque a la mañana siguiente será necesario mucho más calor para calentar los suelos, paredes y techos que se han enfriado durante la noche.

Inversiones posibles

En algunos casos, puede ser necesario invertir una cierta cantidad de dinero con el fin de ahorrar energía. Por ejemplo, es especialmente cierto en el caso de una bomba con control automático, ya que su costo puede amortizarse en unos pocos años.
Por otra parte, al menos un 20 por 100 del poder calorífico, se pierde por la chimenea. La mitad de este calor puede salvarse utilizando un economizador. Este dispositivo se instala a continuación de la caldera y sirve para enfriar los humos lo más posible. Estos aparatos están ya en vías de comercialización.
El economizador enfría los humos desde 200° C. hasta casi la temperatura del agua de retorno de la calefacción. Se produce, por tanto, una condensación que es necesario extraer, y por otra parte, los humos son ahora tan fríos que la chimenea no los envía al exterior. Por esta razón es necesario instalar un ventilador con el fin de realizar una extracción forzada. Esto implica un complicado sistema electrónico de seguridad para comprobar el correcto funcionamiento del ventilador. Este sistema de control debe satisfacer severas normas de cara al peligro de incendio y explosión. Por ello no publicamos un diseño de este tipo, ya que es mucho más aconsejable utilizar un modelo homologado.
En lo que se refiere a las válvulas de humo, requieren un sistema de seguridad similar al empleado en los economizadores, y el ahorro que se puede conseguir en consumo de gas, en una caldera que utilice ese combustible, es de apenas 1,4 por 100, por lo que no son especialmente recomendables.
Las pérdidas estáticas son las pérdidas de energía que se producen cuando la caldera no está en funcionamiento y suponen un 7 por 100 de la cantidad total de gas consumido. Estas pérdidas pueden desaparecer prácticamente, utilizando un economizador.
Existen otros métodos para economizar energía, entre los que no podemos dejar de citar la instalación de dobles ventanas. Con una separación de 20 cm. entre las dos ventanas se consiguen ahorros hasta del 14 por 100 de consumo normal de combustible. Si es usted amante del bricolage tiene ante sí una buena tarea.

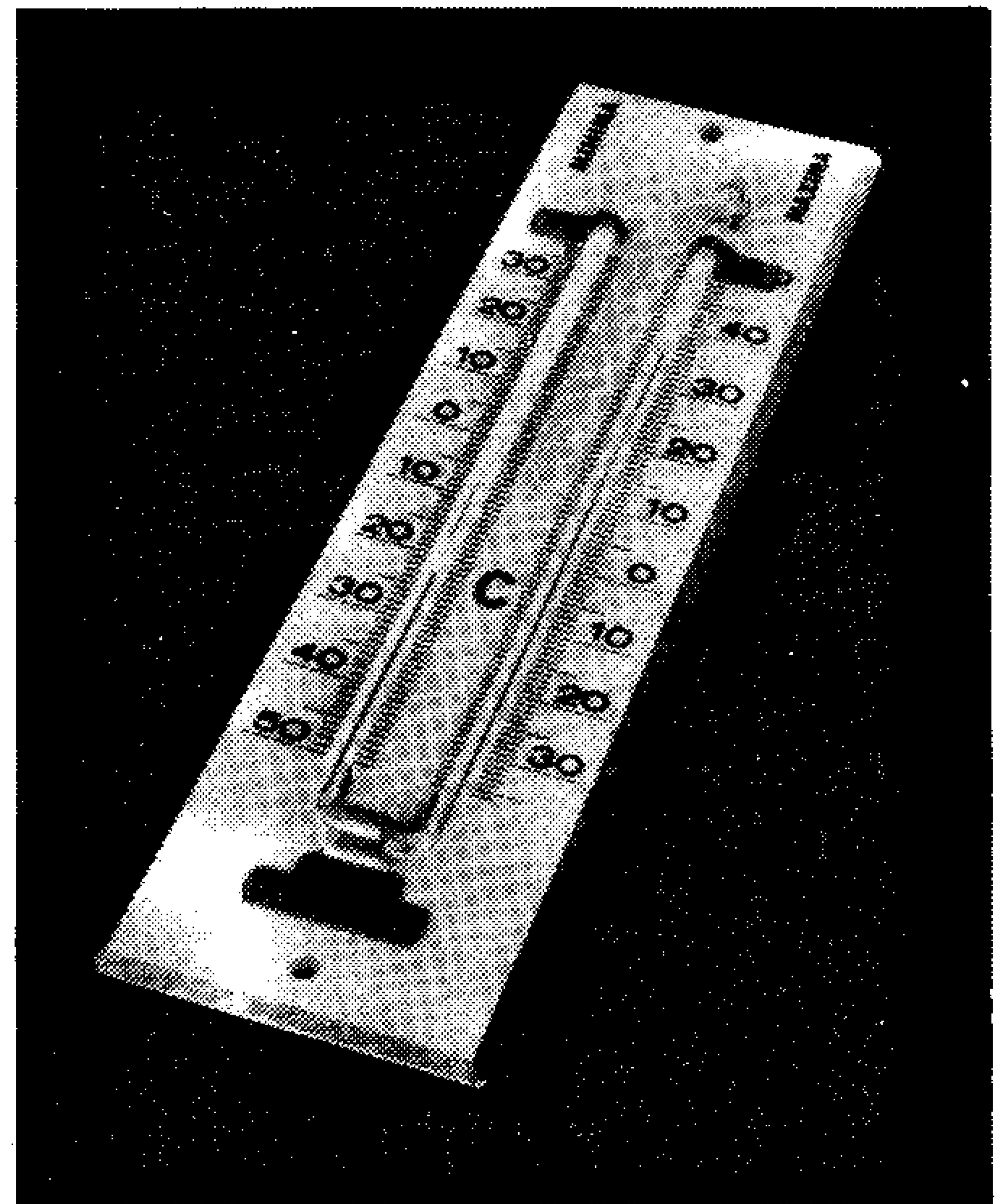


Foto 2. Un termómetro de máxima y mínima.

Aislamiento y ventilación

Los temas tales como los cristales dobles, el aislamiento de las tuberías, el rellenado de las fisuras, etcétera, han sido ya ampliamente divulgados y no insistiremos en ellos. El problema puede consistir en que una vez obtenido un buen aislamiento de la vivienda, se pierda confort por falta de renovación del aire.
Una solución inmediata puede consistir en abrir de nuevo todas las fisuras que tan cuidadosamente habíamos taponado antes, con el fin de obtener una buena ventilación. Sin embargo, creemos que es mucho más aconsejable la instalación de un electroventilador que garantice la necesaria renovación del aire independientemente de las condiciones climáticas exteriores (poco viento, mucho viento, etcétera).
La ventilación mínima aconsejable es de 225 m³. de aire por hora, que puede ser ligeramente inferior por la noche. Con estas cifras el aire frío exterior utilizado para renovar el aire interior requiere unos 1.000 m³. de gas para ser calentado, al año. Sin embargo, estas pérdidas de calor son inevitables, ya que evidentemente es necesaria la ventilación. Existe una posible solución para esto, consistente en un intercambiador de calor.
En este aparato se consigue transmitir el ca-

1

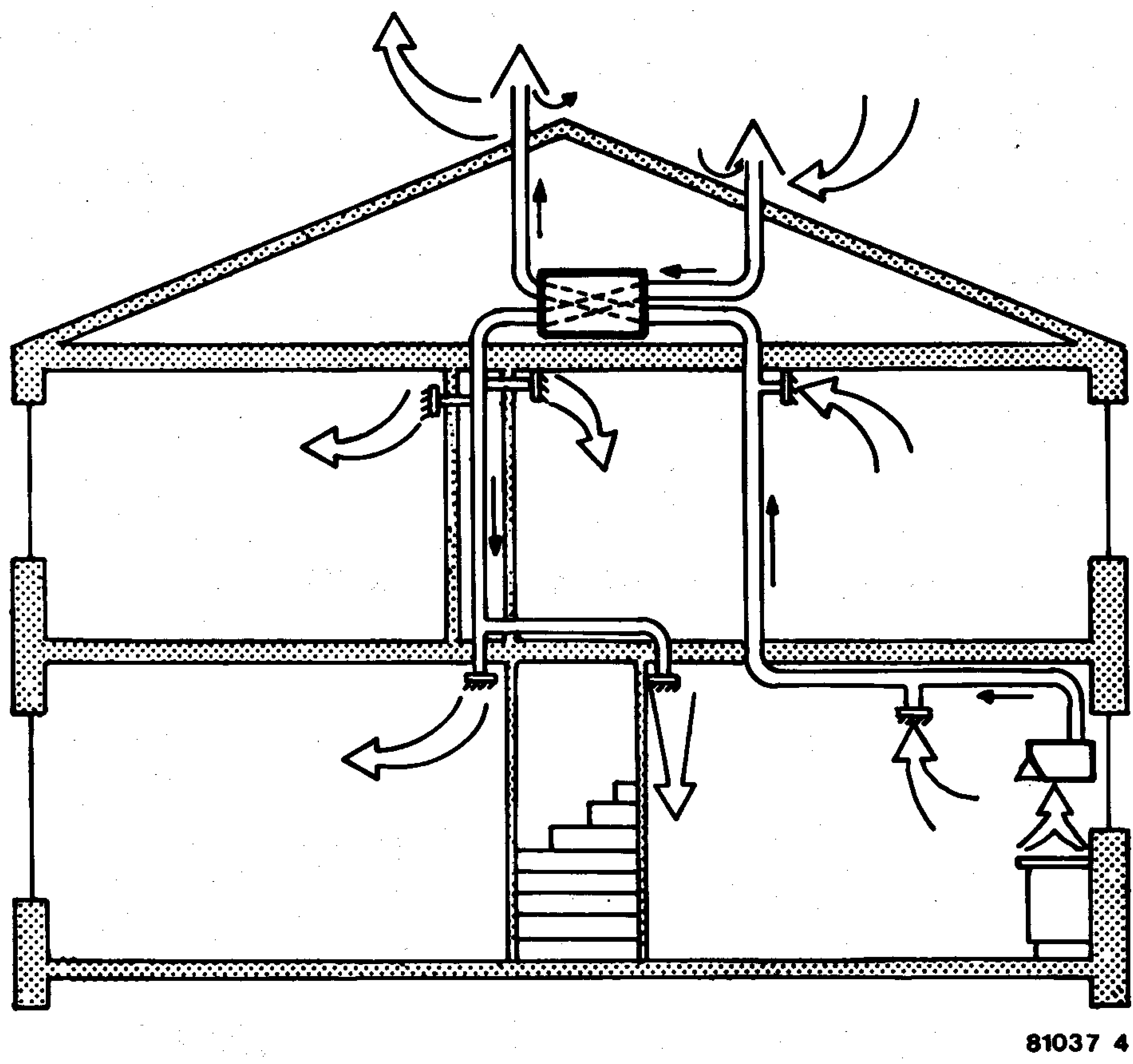


Figura 1. Un electroventilador garantiza la necesaria renovación del aire en el interior de la vivienda.

lor del aire caliente extraído al aire frío que entra, con un rendimiento hasta del 80 por 100. De este modo si suponemos que se tienen unas pérdidas por ventilación de 800 m^3. de gas al año y el consumo total llega a los 3.000 m^3., el nuevo consumo, utilizando un intercambiador de calor, puede ser de 2.370 m^3., lo cual supone un ahorro del 20 por 100 en el consumo de combustible. Sin embargo, de nuevo nos encontramos con un ligero incremento en el consumo de electricidad.

Es posible todavía dar un paso más. Consiste en hacer pasar los humos de la caldera por el intercambiador de calor. En este caso es necesario utilizar un control electrónico bastante sofisticado para asegurar la total extracción de los humos. Sin embargo, el rendimiento obtenido es muy bueno. Esta última posibilidad no ha sido todavía homologada por las autoridades competentes.

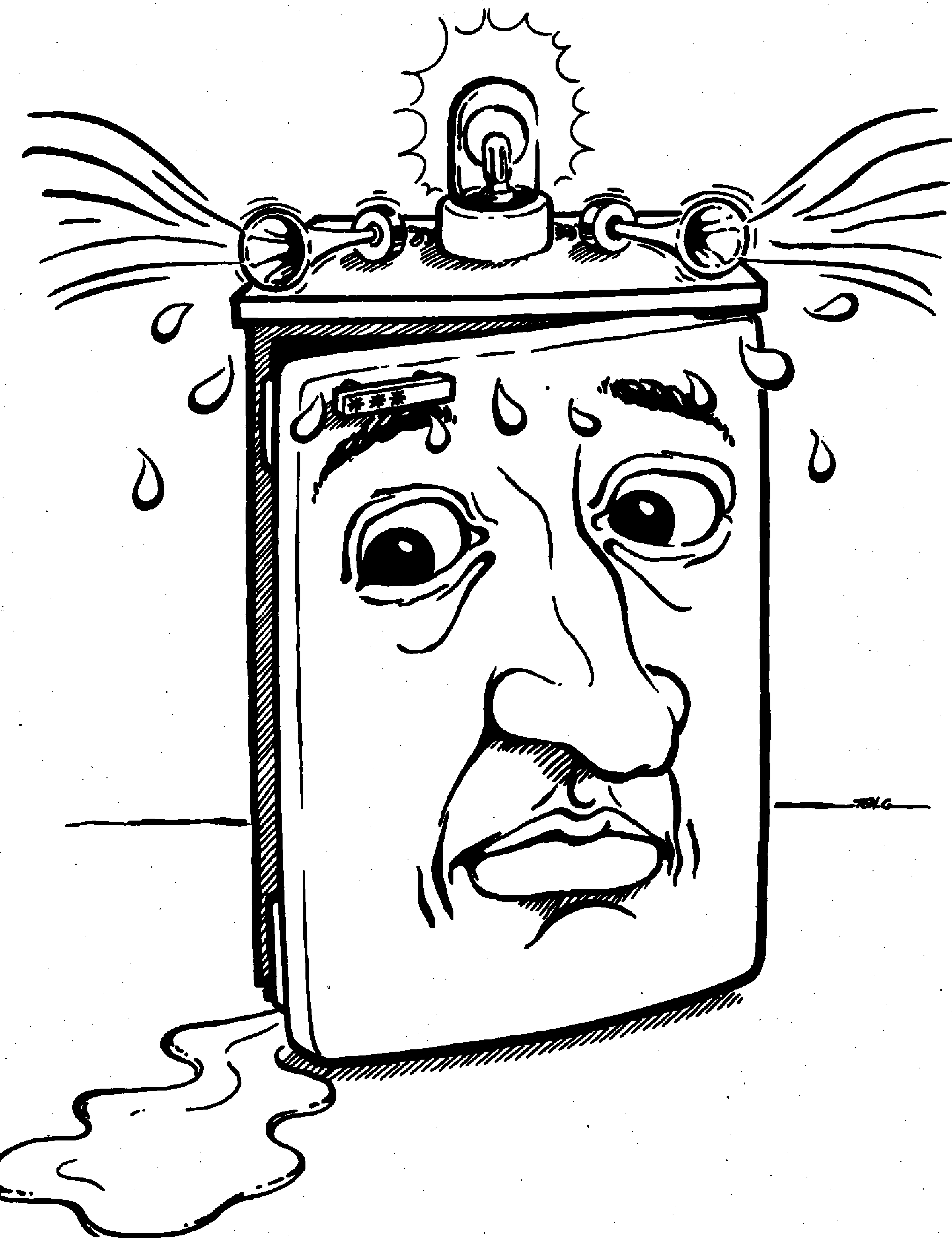
El futuro

De momento, parece que el ahorro de energía sea la fuente de energía más segura en un inmediato futuro. Los sistemas que utiliza la energía proporcionada por el sol y los vientos no están todavía satisfactoriamente desarrollados. Es posible, utilizando energía solar, asegurar el suministro de la mitad de las necesidades de agua caliente, pero los precios resultan algo elevados.

De momento se pueden efectuar ahorros importantes, utilizando bombas de calor que emplean el gas como combustible. Con estos dispositivos se produce más calor del que parece posible. En otras palabras, se consiguen rendimientos superiores al 100 por 100 (hasta un 140 por 100). Esto es debido a que este tipo de aparatos pueden extraer calor de su entorno, tal como el aire o el agua del suelo. Desgraciadamente su precio es, por el momento, prohibitivo y sólo se instalan, actualmente, en grandes oficinas. Esperemos que la situación mejore en los próximos años.

alarma para el frigorífico

La mayoría de los refrigeradores modernos están equipados de un sistema de aislamiento que permite reducir al mínimo el consumo de energía. Sin embargo, por muy bien aislado que esté, el abrir frecuentemente la puerta del mismo hace aumentar dichas pérdidas alarmantemente. El circuito que se describe en este artículo previene estas situaciones emitiendo un estridente sonido cuando la puerta del refrigerador queda abierta por más tiempo del necesario.



Es difícil imponerse la disciplina de cerrar simpre la puerta del refrigerador, pero aunque se consiga, siempre hay otros usuarios (familiares, etcétera) que no siguen el mismo sistema. Usted puede mentalizarlos explicándoles la cantidad de energía que se pierde cada vez que la puerta del refrigerador queda abierta, y hablar del trabajo que debe realizar el motor del frigorífico para restituir la temperatura adecuada (todo lo cual representa dinero, ¡su dinero!).
Sin embargo como en otros muchos casos la solución más sencilla (y sin gastar tanta saliva) es acudir a la electrónica.
El sistema de alarma entra en funcionamiento en el momento en que se enciende la luz del refrigerador, es decir, desde que se abre la puerta. Durante un tiempo (ajustable) la alarma permanece inactiva. Una vez transcurrido este período de espera, si aún no se ha cerrado la puerta, se dispara el circuito acústico de aviso.

Diagrama de bloques

El esquema sinóptico del circuito se muestra en la figura 1.
El método más simple para detectar la apertura del refrigerador es medir la intensidad luminosa en su interior.
El principio es sencillo, cuando se abre la puerta, la luz interior del refrigerador se enciende. Un LDR es el componente más barato del mercado para medir luz y es éste, precisamente, el que vamos a utilizar como sensor. El LDR conmuta la tensión de alimentación del circuito mediante un transistor serie (T1).
La primera parte del circuito es un temporizador que porporciona un retardo ajustable entre 5 y 30 segundos. Tan pronto como ha transcurrido este período de espera entra en funcionamiento un oscilador de baja frecuencia que genera impulsos con una separación de 2 segundos, a su vez, excitan un segundo oscilador que es el encargado de emitir el tono de aviso (mediante el altavoz) a intervalos de 2 segundos. La frecuencia del tono emitido se ajusta con P2.

El circuito

El circuito completo de la alarma para el refrigerador se muestra en la figura 2. Como puede verse, este circuito utiliza un número muy reducido de componentes: básicamente un integrado del tipo 4093. La tensión de alimentación es proporcionada por una pila de 9V, lo cual le da una suficiente autonomía.
Veamos cómo funciona este circuito. Un transistor serie está conectado al polo positivo de la alimentación, y su base a un divisor resistivo formado por R1, R2 y R3. La tensión de base dependerá, por tanto, de la cantidad de luz que incida en el LDR. La diferencia de resistencia de este componente en las dos situaciones extremas (luz y oscuridad) proporciona el margen suficiente para conmutar el transistor.
Desde que T1 entra en conducción comienza la carga del condensador C1 a través de R4 y P1. Este proceso dura un cierto tiempo que puede ser regulado mediante el potenciómetro P1. Cuando la patilla 1 de la puerta N1 alcanza el nivel alto, el oscilador

entra en funcionamiento y la salida de N1 pasa a nivel bajo durante un intervalo de tiempo determinado por R6/C2. De igual forma el tiempo que permanece la salida de N1 a nivel alto viene determinado por R5/C2.
El ajuste se hará de forma que la patilla 3 (salida de N1) esté a nivel alto durante un período de 2 segundos y a nivel bajo aproximadamente 0,3 segundos. En torno a N3 se ha formado el oscilador de audio cuya frecuencia se ajusta con P2, y es variable entre 3kHz y 10kHz. La señal de salida (patilla 10) es un tren de impulsos que ataca, a través de R8, al transistor Darlington, el cual se encarga de excitar el altavoz. Estos dos últimos componentes (altavoz y transistor Darlington) pueden ser reemplazados por un zumbador de tipo piezocerámico. La conexión se hará directamente entre la patilla 10 de N4 y el positivo de la alimentación; en este caso se deberán eliminar los componentes R8, R9, T2, así como el altavoz.

Construcción

El montaje del circuito no debe presentar ningún problema, especialmente si se utiliza el circuito impreso de la figura 3, el cual se montará en una caja plástica, ya que habrá de funcionar en el interior del refrigerador. La duración de la pila es, aproximadamente, de 1 ó 2 años, de manera que no es necesario disponer de una fuente de alimentación exterior, que encarecería inútilmente el montaje. El LDR se colocará en el interior de la caja y se practicará una pequeña ventana para que la luz llegue al sensor. La mayoría de los refrigeradores disponen de amplio espacio en el compartimento de la bombilla como para albergar el circuito completo.

Lista de componentes

Resistencias
R1,R4,R8* = 100 k
R2 = 10 k
R3 = LDR
R5 = 330 k
R6 = 47 k
R7 = 1 k
R9* = 100 Ω
P1 = 1 M potenciómetro ajustable
P2 = 2k5 potenciómetro ajustable

Condensadores
C1 = 22 μ/10 V
C2 = 10 μ/10 V
C3 = 100 n

Semiconductores
T1 = BC 557B
T2* = BC 517
D1,D2 = DUS
IC1 = 4093

Varios
LS = altavoz de
o zumbador piezo-cerámico TOKO PB 2720
o equivalente

*ver texto

1

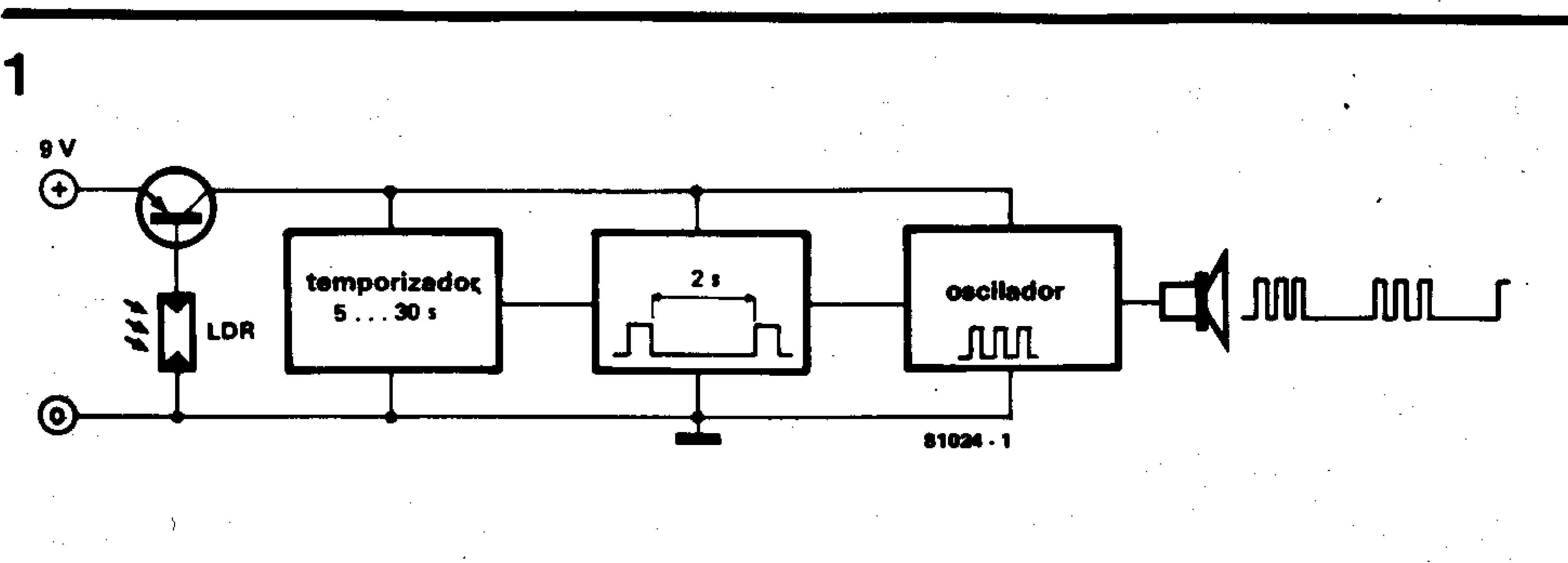


Figura 1. Diagrama de bloques de la alarma para el refrigerador.

2

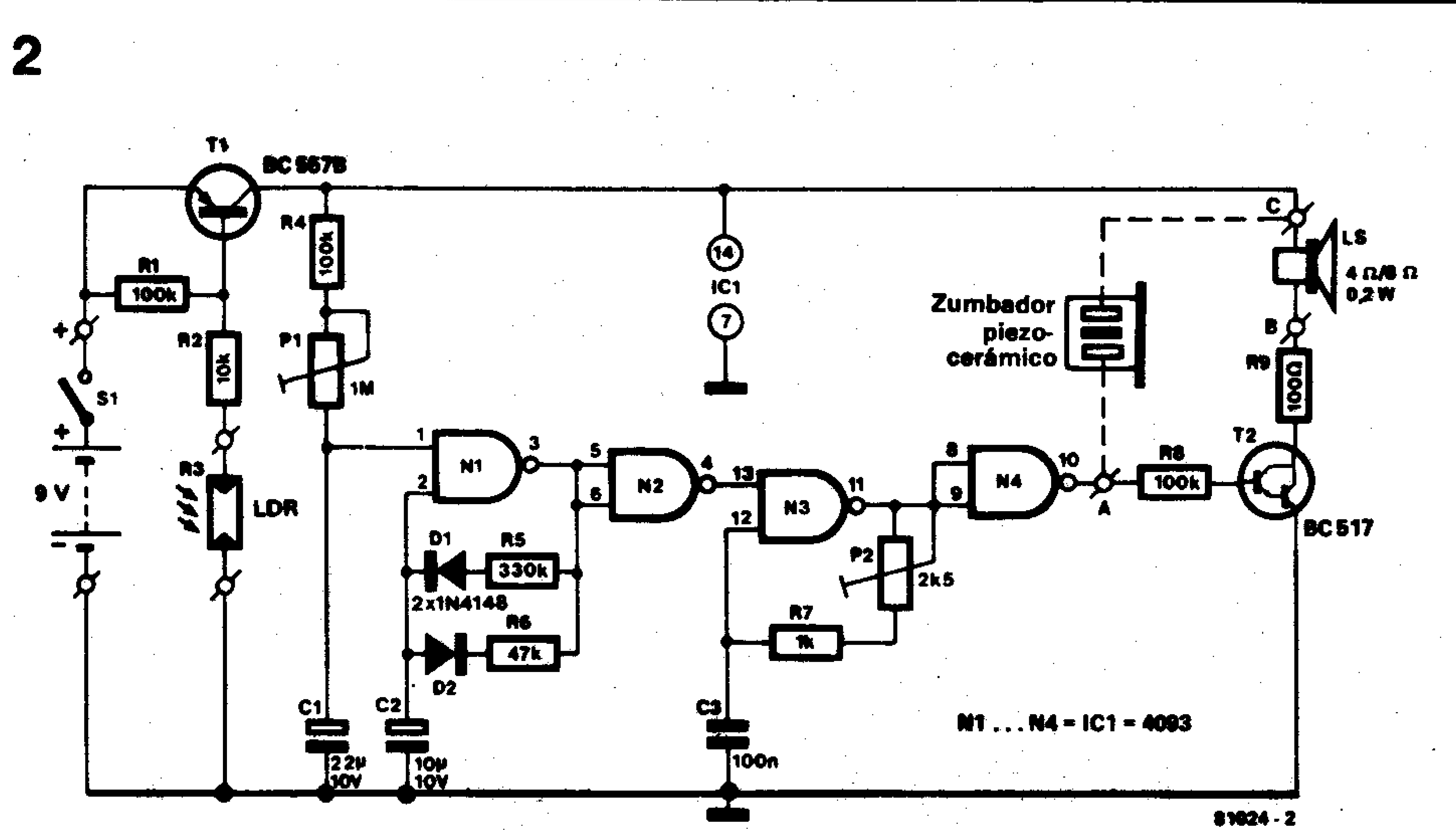


Figura 2. Esquema eléctrico de la alarma para el refrigerador. P1 regula el período de retardo y P2 la frecuencia del sonido emitido. Si se utiliza un zumbador piezocerámico se deberá ajustar el potenciómetro P2 para obtener la frecuencia de resonancia (punto en el que se logra el máximo volumen), que normalmente es de 4,6 kHz.

3

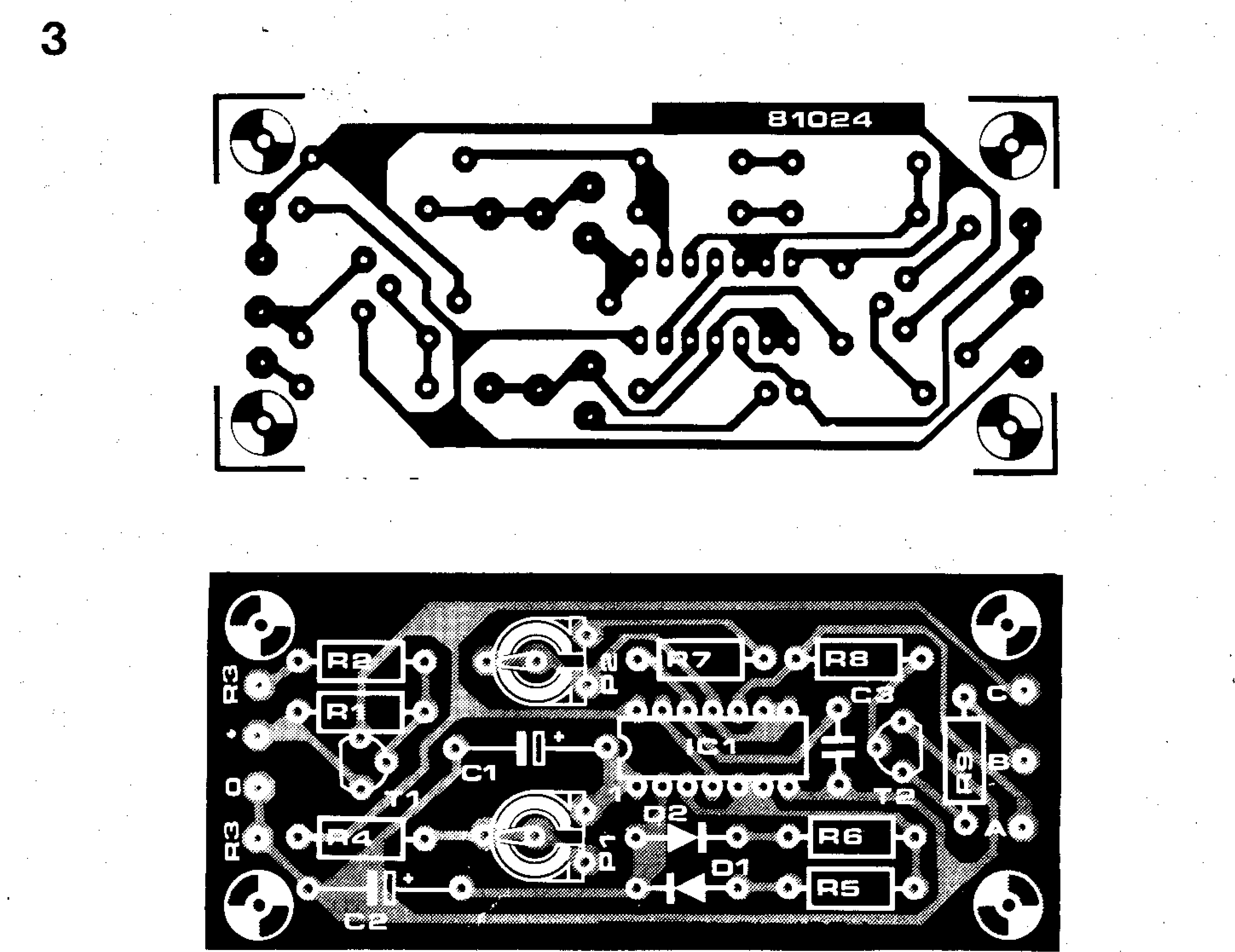


Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.

Generalmente, el taquímetro o «cuentarrevoluciones» es uno de los instrumentos más útiles de un automóvil, aunque hablando estrictamente desde el punto de vista del ahorro energético no proporciona una indicación demasiado clara (a menos que se observe continuamente) sobre los excesos de consumo del motor.
Nuestro circuito por el contrario, aún sin dar una cifra exacta del número de revolu-

aceleración inyecta directamente un «chorro» de gasolina en el conducto principal del carburador).
De modo que para librarnos de estas pequeñas «manías» lo mejor será oír la opinión de un testigo imparcial (¡el economizador de gasolina!).
La cantidad de energía consumida por un motor está en fuerte dependencia de la velocidad del vehículo y el par de giro. En la

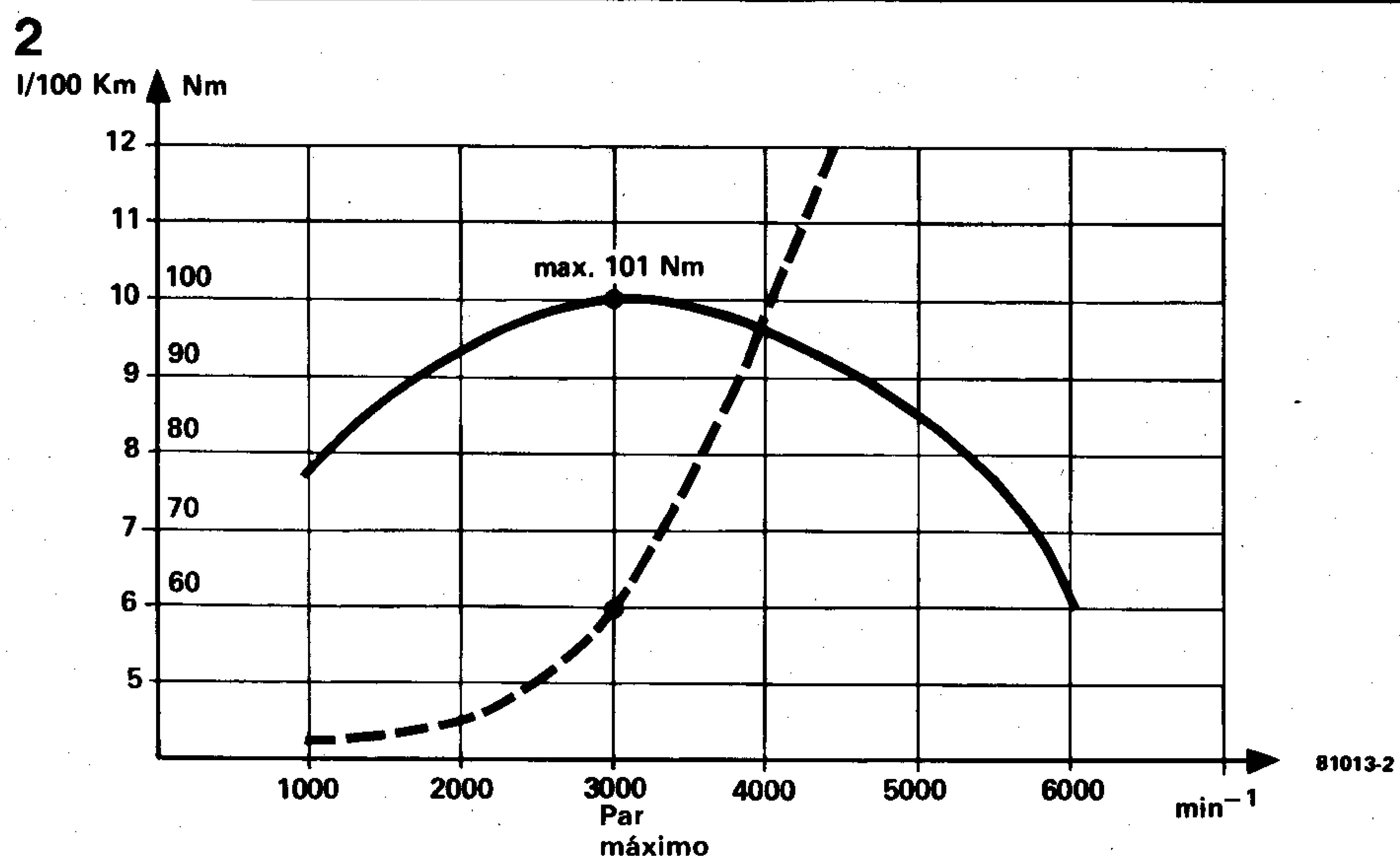


Figura 2. Consumo y par motor en función del número de r.p.m.

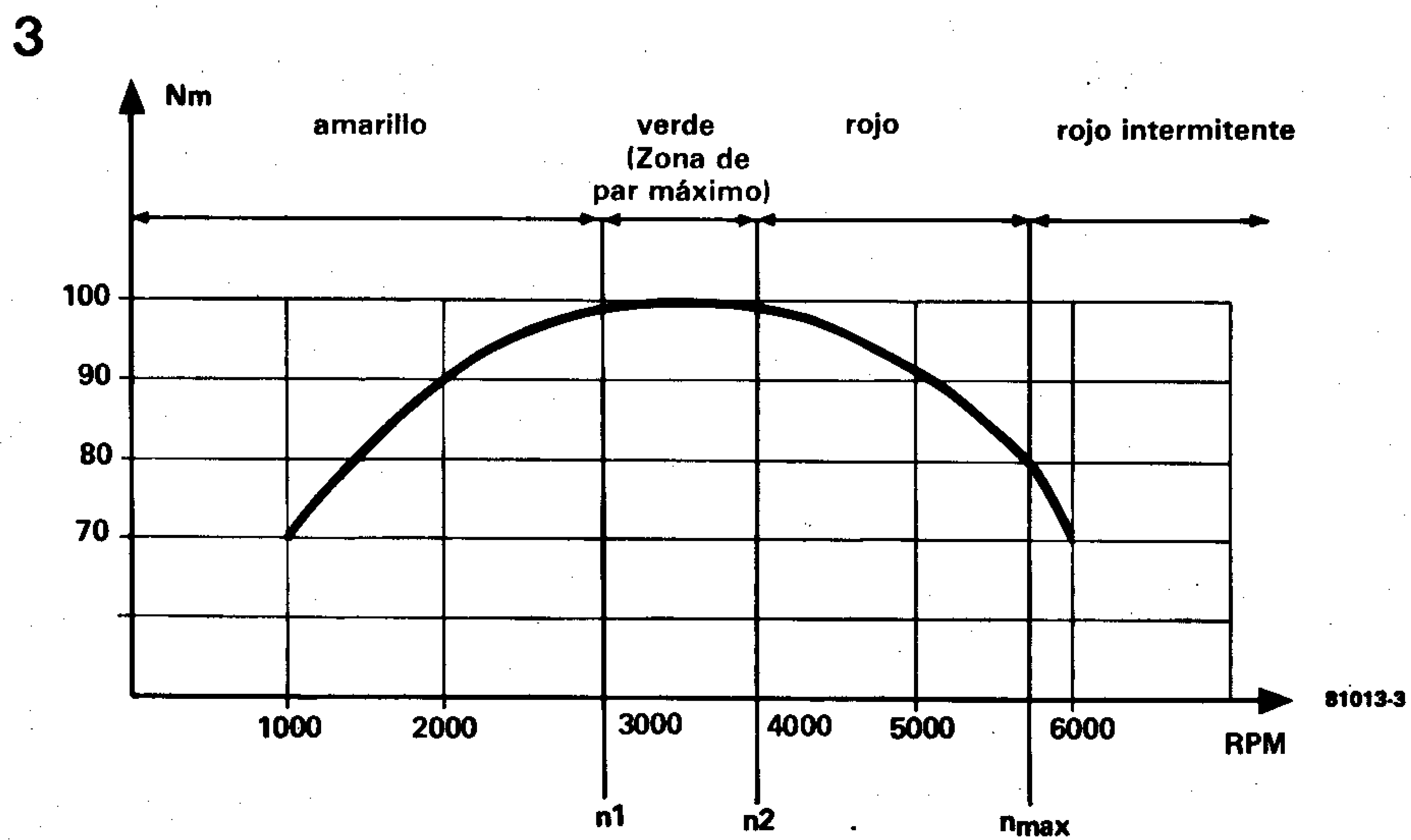


Figura 3. El economizador de gasolina no indica un número de revoluciones exacto, pero informa con precisión cuando se está por debajo (o encima) del par máximo.

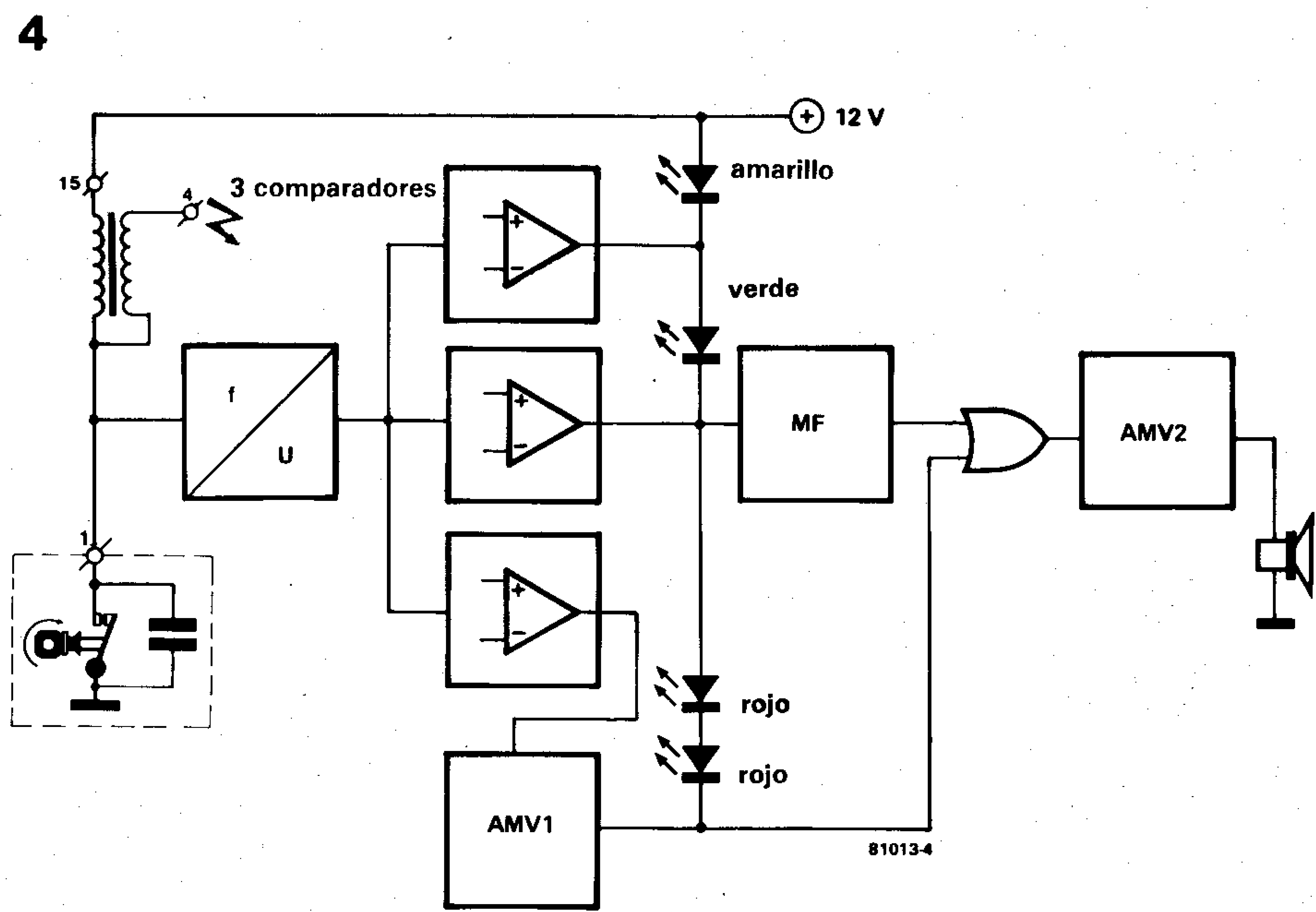


Figura 4. Diagrama de bloques.

radores de doble cuerpo), que suele estar a 1/3 del final. En general, no es aconsejable utilizar el recorrido del acelerador hasta el fondo.

— Trate de circular en las marchas más largas, siempre que no esté en fase de aceleración, ya que cuanto más larga sea la marcha menor será el consumo.

Una indicación funcional

Desde luego, el cuentarrevoluciones es un instrumento realmente útil cuando de ahorrar energía se trata, pero, desafortunadamente, como se dijo en un principio, exige demasiada atención por parte del conductor. El instrumento ideal sería aquél que no hiciera desviar la vista de la carretera al conductor. Por otra parte, para el tipo de información que se necesita, no es preciso que el instrumento de cifras exacta (pero sí en el momento justo), por tanto, con una indicación del margen de revoluciones (y a la vez del par motor) será suficiente.

En nuestro montaje esta indicación se hace mediante LEDs de diferentes colores:

Amarillo: régimen del motor inferior al par máximo.

Verde: régimen del motor dentro de zona de par máximo.

Rojo: régimen del motor superior al par máximo.

Rojo intermitente: régimen del motor máximo permisible.

En la figura 3 se muestran las funciones del visualizador en comparación con la curva par/r.p.m., es decir, con tres LEDs es suficiente; además, el sistema cuenta con una señal sonora que indica el paso del LED verde al rojo, en otras palabras, cuando se debe cambiar de velocidad. Si se alcanza el régimen máximo de revoluciones, la señal acústica sonará intermitentemente.

Esquema sinóptico

Con ayuda del diagrama de bloques el lector fácilmente comprenderá los principios básicos del montaje. A la entrada se encuentra, como en la mayoría de los cuentavueltas, un convertidor de frecuencia en tensión, que entrega un voltaje proporcional a la frecuencia de apertura del ruptor (los platinos). Los tres comparadores que siguen a continuación controlan el encendido de los LEDs, en función de la tensión presente en su entrada. Cuando se produce el paso del LED verde al rojo, el monoestable MF dispara el oscilador MVA2 encargado de producir la señal sonora. Cuando se supera el umbral de máximas revoluciones se dispara un segundo oscilador que pone intermitente el LED rojo y proporciona la señal de conmutación para el oscilador de aviso acústico.

El circuito

Como puede verse en el diagrama de la figura 5, el convertidor de frecuencia en tensión está formado por T1 que acondiciona la señal de entrada, e IC1 (un 555) que funciona como monoestable. El filtro RC constituido por R7/C6 y R8/C7 integra la señal de salida del monoestable y entrega

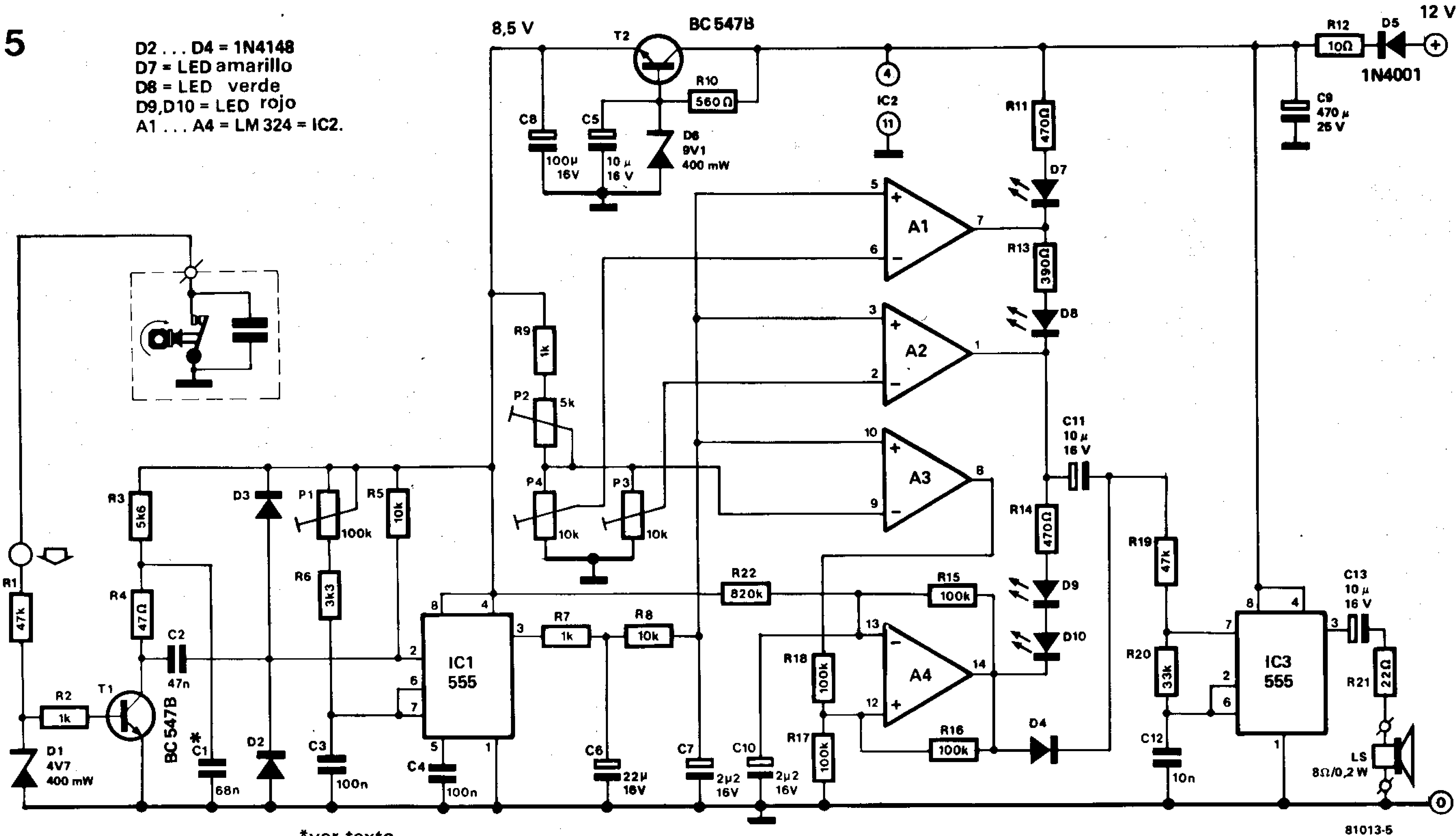


Figura 5. Circuito eléctrico completo. Sólo son necesarios tres integrados.

una tensión variable proporcional a la frecuencia de ruptor. Esta tensión se lleva a las entradas no inversoras de los amplificadores operacionales A1...A3 que trabajan como comparadores y junto con A4 constituyen el integrado LM 324. La salida de los comparadores es cero, en tanto no se alcance la tensión de referencia que se ajusta mediante P2...P4. En condiciones iniciales (régimen motor por debajo del par máximo) se enciende el LED amarillo. Cuando se alcanza el primer umbral (límite inferior del par máximo), la salida de A1 se hará positiva (12V aproximadamente) encendiendo el LED verde (D8) y apagándose el amarillo; en el segundo umbral se apaga el LED verde y se enciende el rojo. (D9 y D10), en este momento el flanco positivo de la salida de A2, diferenciado por el filtro C11/R9 produce en el altavoz un tono de altura decreciente, durante un cierto tiempo.
Esta señal indica que es necesario cambiar a otra velocidad «már larga».
Cuando la tensión entregada por IC1 alcanza el valor de referencia ajustado con P2, la salida de A3 dispara el multivibrador A4 que se provoca las intermitencias de D9 y D10 a una frecuencia de 1Hz. A la vez y a través de D4 se activa el oscilador IC3 que directamente excita el altavoz (8 ohmios 0,2W). Si se desea una potencia sonora algo mayor se sustituirá al oscilador por un zumbador piezoeléctrico. El volumen se reducirá, aumentando el valor de la resistencia R21.

Construcción y ajuste

En la figura 7 se muestra el diseño del circuito impreso para el economizador de gasolina. Es aconsejable la utilización de separadores metálicos para circuito impreso, así como condensadores de tantalo para C7 y C10, y si fuera posible, para C11 y C14.

Los instrumentos necesarios para el ajuste son: un multímetro y un transformador con rectificador. Obviamente, también necesitaremos las características del motor al que se va aplicar el montaje, es decir:
1. Máximo número de r.p.m. (revoluciones por minuto), $n_{max.}$ Este dato se encontrará con facilidd en el manual del usuario del vehículo. Para no alcanzar en ningún momento un régimen peligroso para el motor, este dato se tomará ligeramente inferior al indicado por el fabricante.
2. Número de r.p.m. mínimo n1, y máximo n2, correspondientes al par máximo del motor. Conociendo las r.p.m. del par máximo, este dato se obtendrá con ayuda de la figura 2.
3. Número de r.p.m. para una frecuencia del ruptor de 100Hz. Este dato se podrá hallar mediante la fórmula siguiente:

$$f = \frac{n \cdot c}{120} \quad \text{(motor de 4 tiempos)}$$

$$f = \frac{n \cdot c}{60} \quad \text{(motor de 2 tiempos)}$$

Donde f es la frecuencia expresada en Hz, n son r.p.m. y c el número de cilindros. Así para f = 100Hz tenemos:

$$n_{100(Hz)} = \frac{12.000}{c} \quad \text{(motor de 4 tiempos)}$$

Una vez que se conocen los valores máximos y mínimos (n1 y n2) se procede a ajustar la tensión de referencia para $n_{max.}$ mediante P2 hasta que se obtiene en la patilla 9 de IC2 una tensión de 5V.
El ajuste de n2 se hace variando P3 hasta obtener en su cursor una tensión igual a:

$$U_{P3} = \frac{n2}{n_{max.}} \cdot 5V$$

Para n1 se ajustará P4 hasta obtener en su cursor una tensión igual a:

$$U_{p4} = \frac{n1}{n_{max.}} \cdot 5V$$

Para terminar habrá que ajustar el convertidor frecuencia/tensión.
Para ello se utilizará el transformador y el puente rectificador de la figura 7, que no es más que un generador de 100Hz. Este se conecta a la entrada del circuito y se ajusta P1 de forma que en bornes del condensador C7 se obtenga una tensión:

$$U_{c7} = \frac{n.100\ Hz}{n_{max.}}$$

El valor marcado en el circuito para C1 se ha calculado para un número máximo de 5.800 r.p.m. Si este valor fuera inadecuado (diferencias de más de 1.000 r.p.m.), se modificará C1 multiplicando el valor de la capacidad por:

$$\frac{200}{f_{max.}} . C1$$

Por si hubiera quedado alguna duda, aclaremos las cosas con un ejemplo. Hagamos los cálculos para un motor con los siguientes datos: 4 cilindros, par máximo 10,3 kg. metro, n1 = 3.800 r.p.m., n2 = 4.800 r.p.m., número de r.p.m. máximo = 6.600 y potencia máxima 55kW a 5.800 r.p.m.
Como la potencia máxima se alcanza a las 5.800 r.p.m.. y suponemos que el motor acaba de finalizar su primer período de rodaje, fijaremos $n_{max.}$ (5V en el cursor de P1) a 6.000 r.p.m. Haciendo los cálculos con las fórmulas dadas, anteriormente, se obtienen unos valores para U_{P3} y U_{P4} de 3,8V y 3,1V respectivamente. Para una frecuencia de 100Hz a la entrada del circuito, se ajusta P1 a una tensión de 2,5V en los bornes de C7.

Consejos para la instalación del circuito en el vehículo

Se escogerá una caja de aluminio o plástico, de manera que resulte fácil su instala-

6

Figura 6. Circuito impreso y disposición de componentes.

Lista de componentes

Resistencias

R1,R19 = 47 k
R2,R7,R9 = 1 k
R3 = 5k6
R4 = 47 Ω
R5,R8 = 10 k
R6 = 3k3
R10 = 560 Ω
R11,R14 = 470 Ω
R12 = 10 Ω
R13 = 390 Ω
R14 = 470 Ω
R15,R16,R17,R18 = 100 k
R20 = 33 k
R21 = 22 Ω
R22 = 820 k
P1 = 100 k Ajustable
P2 = 5 k Ajustable
P3,P4 = 10 k Ajustable

Condensadores

C1 = 68 n
C2 = 47 n
C3,C4 = 100 n
C5,C11,C13 = 10 μ/16 V
C6 = 22 μ/16 V
C7,C10 = 2μ2/16 V
C8 = 100 μ/16 V
C9 = 470 μ/25 V
C12 = 10 n

Semiconductores

T1,T2 = BC 547B
IC1,IC3 = 555
IC2 = LM 324, CA 324
D1 = diodo zener 4V7 /400 mW
D2,D3,D4 = 1N4148
D5 = 1N4001
D6 = diodo zener 9V1/400 mW
D7 = LED amarillo
D8 = LED verde
D9,D10 = LED rojo

altavoz

LS = 8 Ω/0,2 W

ción en el tablero de a bordo. El polo positivo de la entrada de alimentación se tomará en el punto de mayor comodidad situado en el interruptor de arranque o en la caja de fusibles. El polo negativo se conectará al terminal de masa del vehículo. La entrada del circuito se conecta a los terminales de los platinos (ruptor) que van a la bobina de «alta» (atención, no deben conectarse nunca a la salida de la bobina, so pena de sufrir una desagradable sorpresa). Para evitar la formación de parásitos (interferencias en la radio) se blindará el cable que lleva los impulsos del ruptor al circuito y se conectará la malla del cable a masa. Tómese las precauciones necesarias para que este cable no toque las partes demasiado calientes del motor. Si la señal acústica no actuase en concordancia con la señal luminosa, se podrá disminuir el valor de R1 hasta un mínimo de 4,7kohm., en este caso, seguramente, habrá que ajustar nuevamente P1.

7

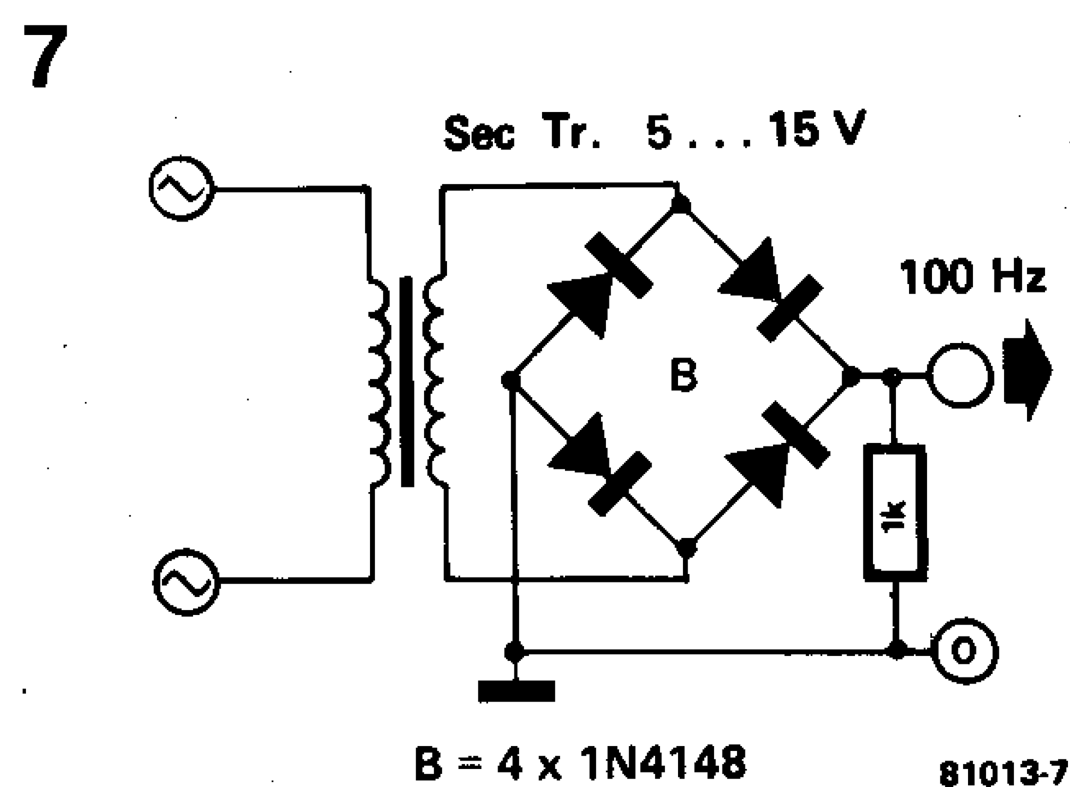


Figura 7. Sencillo generador de 100Hz.

La eficacia

Esta es una cuestión delicada, ya que no se pueden dar cifras exactas sobre el ahorro de combustible que puede proporcionar este circuito, puesto que, el consumo no depende del mismo, sino del conductor. Este montaje puede ser de gran utilidad para corregir reflejos inconscientes que con frecuencia son la causa de un excesivo consumo.

Las economías que pueden conseguirse son más notorias en ciudad que en carretera o autopista.

Para terminar, un último punto, la realización de este circuito no será muy gravosa para el bolsillo del aficionado, y parecerá más barato aún si lo comparamos con los ordenadores de a bordo que incorporan algunos modelos de automóviles.

detector de corrientes de aire

¿En qué casa no hay una puerta o ventana que cierre mal? Frecuentemente esta es una de las causas de los sobreconsumos de calefacción, ya que el calor perdido debido a las corrientes de aire que circulan por fisuras y grietas debe ser repuesto por el sistema de calefactor; por lo tanto lo primero es saber si nuestra casa tiene grietas o fisuras. Una vez hecho esto se procederá a su reparación. ¿Pero dónde está, entonces el problema? Pues la dificultad estriba precisamente en encontrar las fisuras que provocan las corrientes de aire, lo que no es tan fácil como parece, puesto que no siempre funciona el método del «dedo mojado». Con la ayuda de este simple pero eficaz circuito se podrá localizar cualquier corriente de aire y proteger la casa contra las fugas térmicas.

Existen varias formas para localizar corrientes de aire, como por ejemplo una vela, mojarse un dedo, etc., sin embargo, creemos que estos sistemas ya han tenido su momento y ha llegado el sustituto electrónico que carece de los inconvenientes de sus antecesores y aporta las ventajas (rapidez, comodidad y fiabilidad) de la tecnología electrónica actual.

Principio de funcionamiento

El circuito se basa en un simple principio: cuando un objeto está más caliente que el aire que le rodea, disipa calor; especialmente si el aire está en movimiento. Como es sabido, el aire caliente tiende a elevarse, es decir el aire que hay en torno a un objeto caliente tiende a subir (al calentarse) y es remplazado por aire frío. Si la diferencia de temperatura entre el aire frío y el caliente es suficiente, el objeto se enfriará rápidamente. Resumiendo: si existe una diferencia de temperatura entre dos cuerpos, se produce un intercambio de calor entre ellos, de modo que su temperatura tenderá a igualarse; si estos dos cuerpos son aire estático y un objeto cualquiera, el intercambio de calor se realiza por transmisión (en algunos casos simultáneamente también tiene lugar una radiación de calor) mientras que si el aire está en movimiento el intecambio de calor se hace más rápidamente y se denomina «convección».

Conviene recordar aquí que existen tres formas de intercambio de calor: transmisión, convección y radiación. En la transmisión, las moléculas próximas a la fuente de calor entran en vibración y esta vibración se transmite de una a otra. En la convección la materia es el portador de la energía calorífica, por ejemplo, en un sistema de calefacción central; el agua (materia portadora) es calentada en la caldera y la bomba (convección forzada) la transporta a los radiadores. En la radiación la materia no interviene para nada en el intercambio de calor puesto que la transmisión se realiza mediante una onda que posee una frecuencia y una longitud de onda. Un ejemplo claro de este tipo de transmisión es el calor del sol, que llega a la tierra sin que haya entre ambos materia alguna.

En nuestro caso utilizaremos el fenómeno de pérdida de calor por convección en un semiconductor para detectar corrientes de aire. Como la mayoría de los lectores sabrán, la caída de tensión en un diodo es un factor dependiente de la temperatura (2 mV/°C). Si se compara la caída de tensión en un diodo con una tensión de referencia obtendremos una medida de la temperatura del diodo, es decir si utilizamos un diodo como sensor de corrientes de aire podremos establecer una proporcionalidad entre la magnitud de la corriente de aire y la temperatura del diodo.

El circuito

El circuito práctico de los principios expuestos hasta ahora se muestra en la figura 1.

El transistor T2 montado como diodo, actúa de sensor de temperatura. T1 trabaja como calefactor de T2, ya que éste debe estar a una temperatura superior a la del ambiente, es decir los dos transistores están acoplados térmicamente (literalmente pegados). El incremento de temperatura en T1 es producido por una corriente continua constante que fluye a su través. El transistor T3, también se emplea aquí como diodo, y proporciona la tensión de referencia. IC1 constituye (junto con los componentes asociados) un amplificador de ganancia 1.000 y compara las tensiones presentes en sus entradas (procedentes de T2 y T3, y además suministra la corriente de base para T1 que determina su temperatura.
P1 se ajustará de forma que el miliamperímetro indique 5 mA en ausencia de corrientes de aire. Cuando una corriente de aire hace descender la temperatura de T2, la caída de tensión en éste aumenta con

1

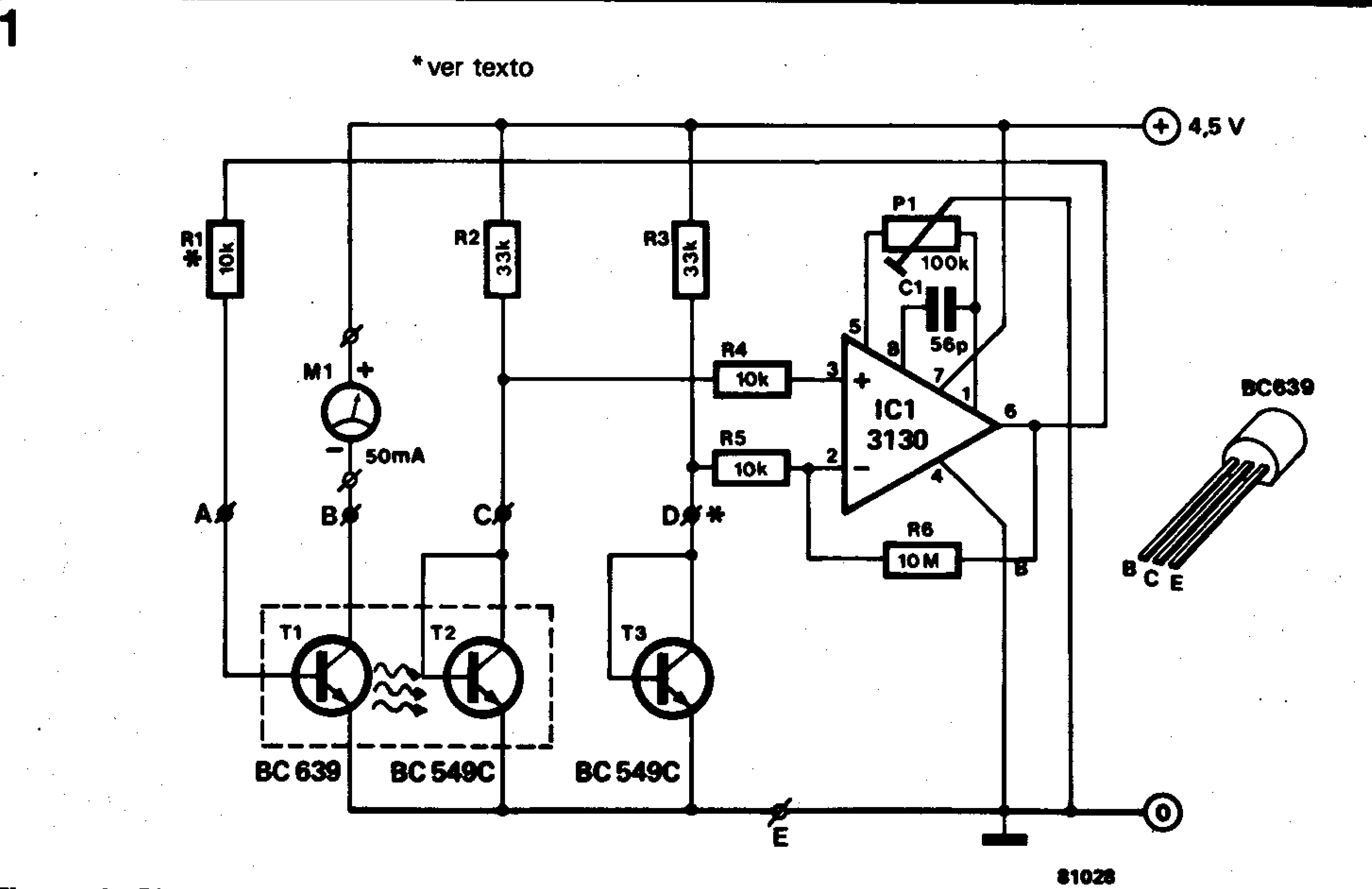


Figura 1. Circuito completo del detector de corriente de aire.

2

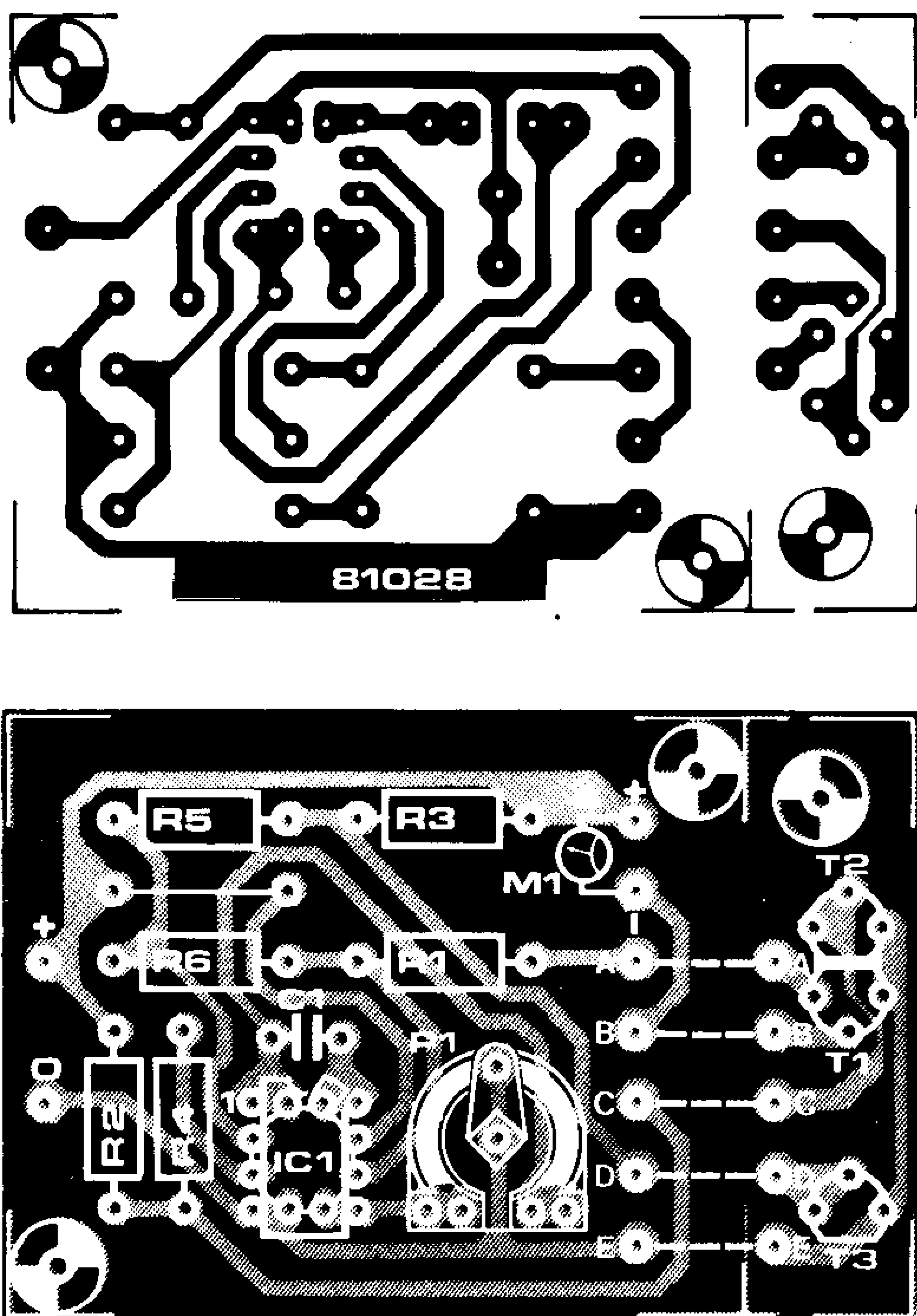



Figura 2. Circuito impreso y distribución de componentes. El circuito integrado **3130** puede venir encapsulado en DIL o TO indistintamente.



Lista de componentes

Resistencias:
R1,R4,R5 = 10 k
R2,R3 = 33 k
R6 = 10 M
P1 = 100 k ajustable

Condensadores:
C1 = 56 p

Semiconductores:
T1 = BC 639 (puede sustituirse por el BC 547, pero su patillaje es diferente al indicado en la placa)
T2,T3 = BC 549C
IC1 = 3130

una relación de 2 mV/°C., lo cual hace variar la diferencia de tensión en las entradas de IC1. Al estar montado como comparador, IC1 tratará de compensar esta variación de tensión en sus entradas enviando más corriente al transistor T1, lo que traerá como consecuencia un aumento de la corriente de colector y por tanto un aumento de la temperatura de T1. Ahora bien, como puede verse en el circuito, el miliamperímetro es atravesado por la corriente de colector de T1, luego toda la variación de este parámetro se registrará como una desviación de la aguja en el medidor.

La resistencia R1 tiene como misión evitar que por T1 pueda circular una corriente excesivamente fuerte.

Realización

Todos los componentes se montarán en la placa de circuito impreso mostrada en la figura 2. Debido a las reducidas dimensiones del circuito, se podrán montar en una misma caja el miliamperímetro y el circuito electrónico. La sonda de temperatura constituida por T1, T2 y T3, se montará en el extremo de un listón de plástico (madera o metal) y se unirá al circuito mediante un cable de cinco conductores. No es preciso decir que los transistores T1 y T2 deberán estar perfectamente acoplados térmicamente. Esto se podrá lograr uniéndolos con pegamento termoconductor, o «bañándolos» en silicona para semiconductores. La alimentación del circuito se hará mediante dos pilas de «petaca». Si se observara algún problema en el funcionamiento del detector, se aumentará el valor de R5.

La sensibilidad del montaje se puede aumentar de dos formas: La primera consiste en incrementar la corriente de reposo de T1 y por tanto la temperatura de T1/T2 (una diferencia de 5° C. con el ambiente da buenos resultados). La segunda es montar un radiador que facilite la transmisión de calor entre la corriente de aire y los transistores T1/T2.

cómo regenerar las pilas secas

datos y conclusiones sobre este controvertido tema

La regeneración de pilas secas es un tema que aparece regularmente en las revistas de electrónica y en las conversaciones de los aficionados. Sin embargo, por alguna extraña razón, este tema resulta todavía desconocido para una gran parte de los usuarios, por lo cual, y basándonos en nuestras experiencias con este tipo de pilas, trataremos de arrojar un poco de luz sobre este «misterioso asunto».

Antes de comenzar, aclaremos una cosa; una pila seca no se puede recargar como un acumulador. Sin embargo, las pilas secas o pilas simplemente, pueden ser «reactivadas» mediante un proceso de carga parecido al de los acumuladores; aún así resulta imposible recargar una pila totalmente descargada, al igual que los *Nicads* (acumuladores de Niquel-Cadmio).
Las primeras tentativas para regenerar pilas secas se remontan a los años 20, en los que se habían comercializado todo tipo de aparatos para este fin; si bien su funcionamiento no era lo efectivo que cabía esperar, por lo que en poco tiempo desaparecieron del mercado.
Las pilas secas o desechables precisan una gran cantidad de materias primas y energía, que podría reducirse mediante la regeneración electroquímica. Recientemente una revista técnica de Alemania del Este publicó una serie de artículos a este respecto. Telefunken fabrica un tipo de radioreceptores equipados con un circuito de recarga denominado *técnica de larga vida*. También los fabricantes de pilas trabajan en proyectos encaminados a este fin, por ejemplo Mallory ha puesto a punto una pila manganato-alcalina que funciona de manera satisfactoria. Se espera que en poco tiempo haga su aparición en el mercado americano.

Examen de algunas muestras

El ejemplo más conocido es el circuito de reciclaje «clásico» mostrado en la figura 1, del cual E. Beer tiene registrada la patente. Básicamente, es un rectificador de media onda al que se le superpone una tensión alterna (a través de R2). Durante el semiciclo positivo de la señal (alternancia positiva), fluye una corriente de carga a través de D1 y R1 (R2 no produce ningún efecto ya que está cortocircuitada por D1).
Durante el semiciclo negativo, D1 presenta una impedancia muy elevada, por tanto la corriente inversa o de descarga sólo podrá fluir por R1 y R2. El valor de R2 es normalmente diez veces el de R1. La tensión de reciclado se ajustará de forma que el valor de pico sobrepase el voltaje de una pila nueva. La función de la corriente alterna superpuesta es permitir que el zinc disuelto se deposite, formando una película más densa y uniforme, sobre las paredes del contenedor.
Según el manual de instrucciones de Varta, el procedimiento para regenerar (con éxito) pilas secas puede resumirse:

1. El valor de la tensión de cresta no debe sobrepasar 1,7 V por elemento.
2. La corriente de regeneración está en función del tamaño de la pila, y debe estar comprendida entre 1/4 y 1/3 de la corriente de descarga de la pila.
3. El tiempo de regeneración será aproximadamente de 4,5 a 6 veces el tiempo de descarga precedente, debido al bajo rendimiento del proceso.
4. Cuanto más corto sea el período de descarga, más eficaz será el reciclado. En los períodos de descarga, la pila no debe perder más de la décima parte de la carga total.
5. Es preferible regenerar la pila inmediatamente después de un período de descarga.
6. Si una pila seca se ha descargado en su totalidad (o casi), será imposible volverla a recargar.

En lo que concierne al valor y rendimiento de la corriente inversa (corriente que circula por R2 en el circuito de la figura 1) existe una gran diversidad de opiniones. Por ejemplo, Telefunken estima que utilizando sólo corriente continua también se obtienen buenos resultados, ya que de cualquier forma el reciclado total es difícil de conseguir en la práctica. Desde el punto de vista de los resultados obtenidos las opiniones también son divergentes: algunos dicen que la capacidad se multiplica por 3 y otros hablan de un factor de 30 (!), seguramente el verdadero valor se encuentra entre estos dos.
Cualquiera que sea el resultado, podemos afirmar que este es función de los parámetros específicos de cada pila (dimensiones, tipo, duración de la carga y descarga, etc.), sin embargo una cosa sigue siendo cierta, la regeneración prolonga la duración de una pila.

1

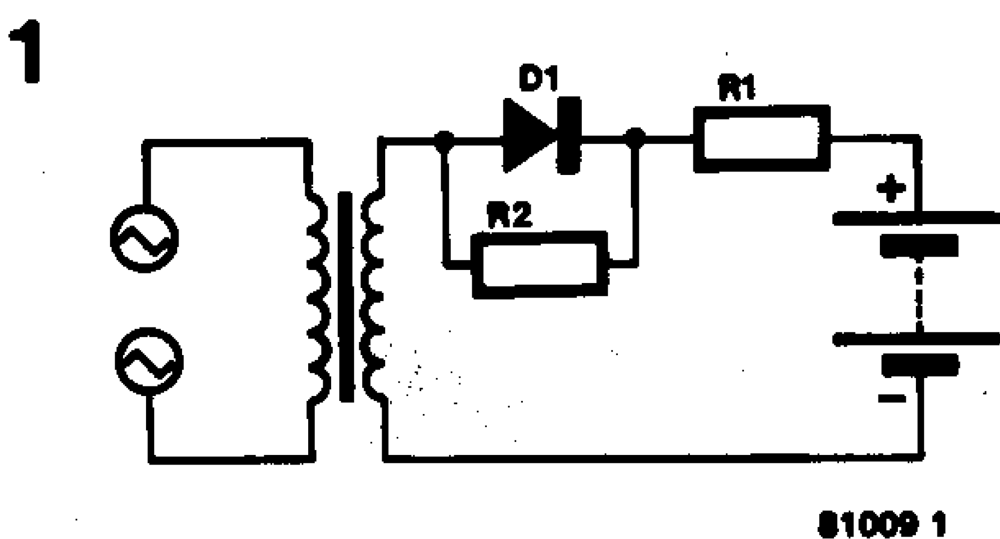


Figura 1. Circuito de regeneración clásico, con rectificador de media onda.

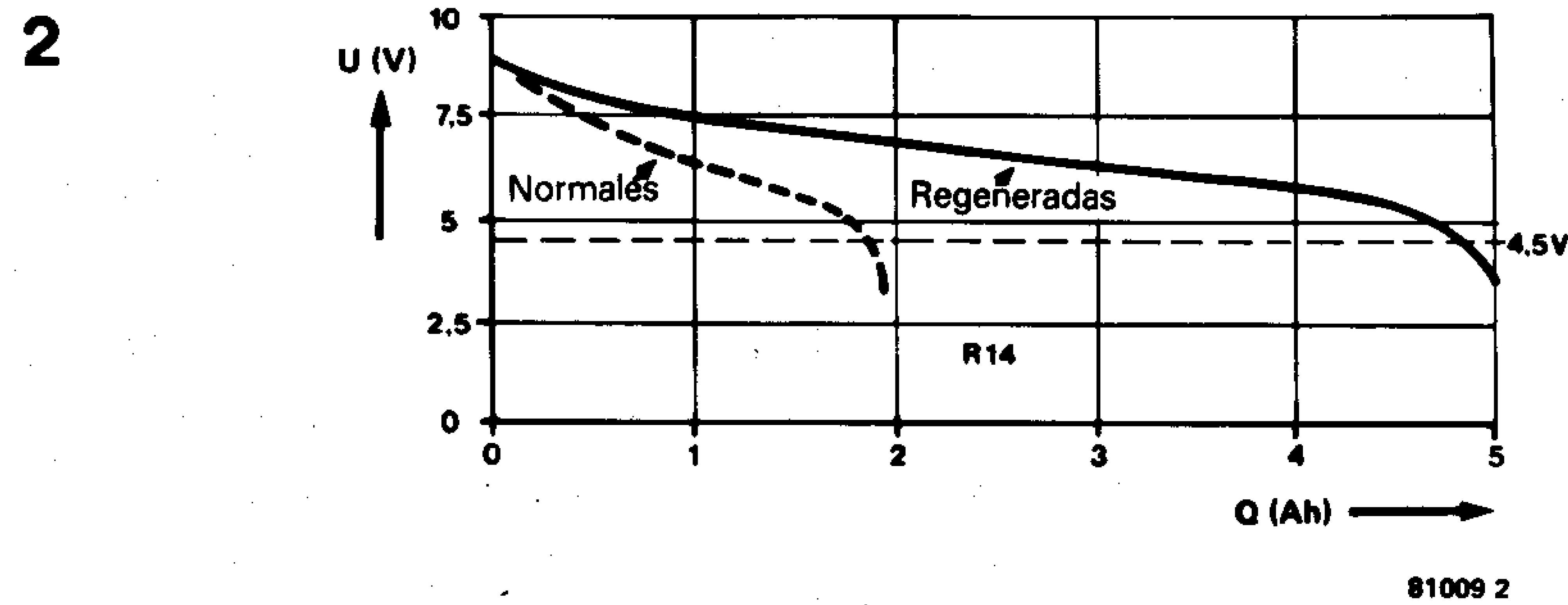


Figura 2. El gráfico muestra cómo se prolonga la vida útil de las pilas (tipo miniatura) con el proceso de regeneración, multiplicándose el tiempo operativo por un factor 3.

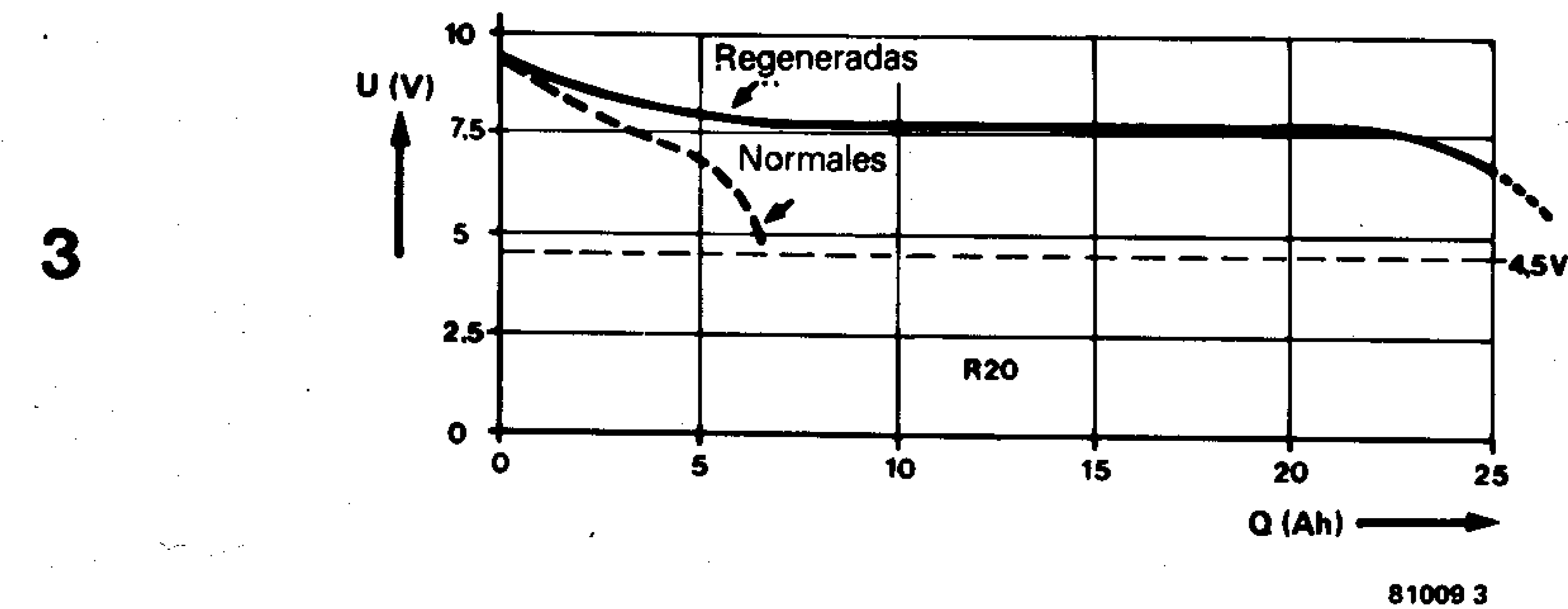


Figura 3. Gráfico del tiempo operativo para pilas normales con/sin regeneración. En este caso la regeneración multiplica la vida de la pila por 4.

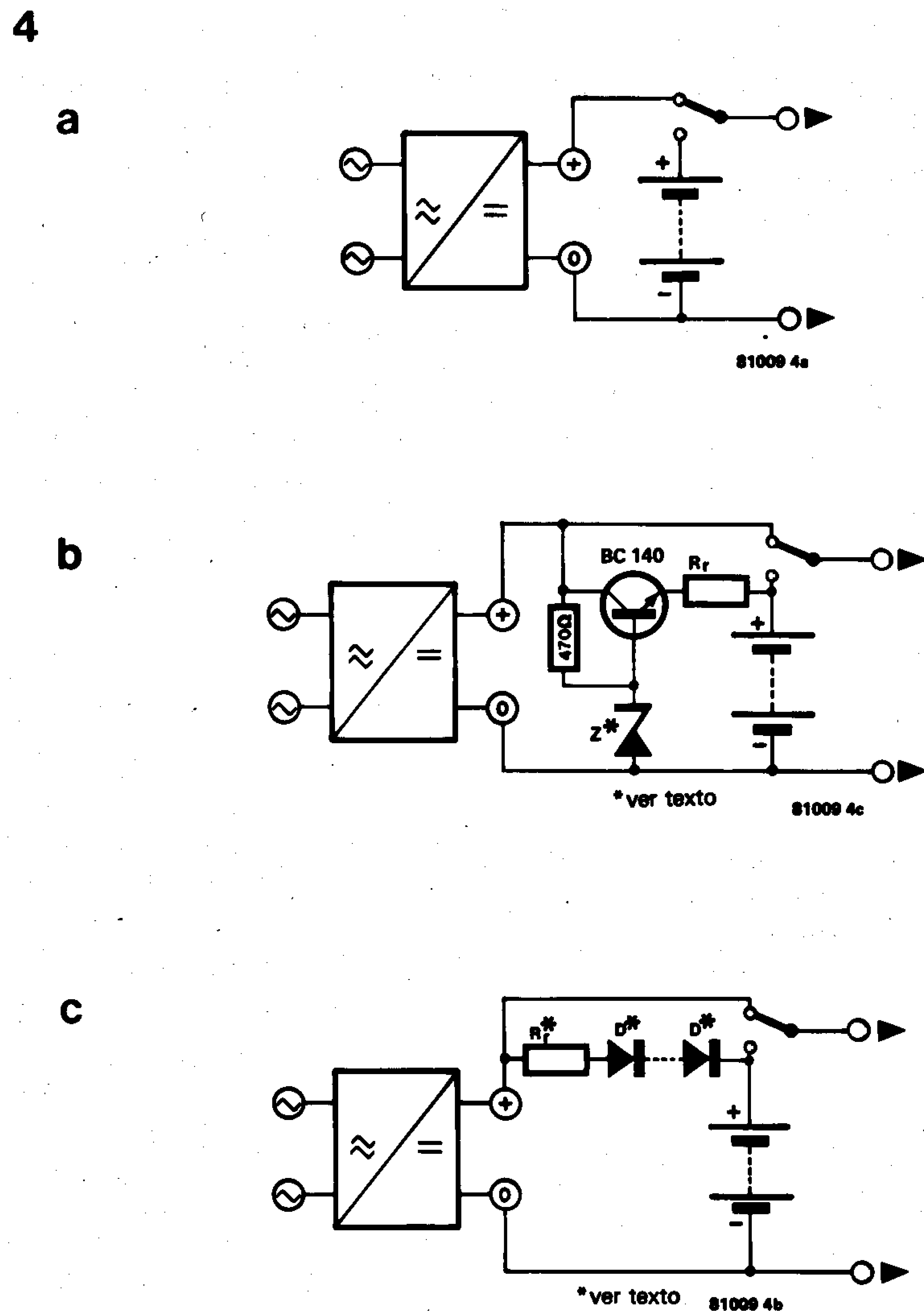


Figura 4. Circuito de carga y regeneración.

¿Qué tipo de pilas se pueden recargar?

Generalmente, se podrá recargar con éxito la mayor parte de las pilas de zinc-carbón (pilas secas normales), pero no así las pilas de *gran capacidad* (high power), puesto que los resultados de las pruebas a que han sido sometidas son poco satisfactorios. Se debería poder regenerar las pilas manganato-alcalinas y de mercurio, pero hasta el momento no se ha obtenido ningún resultado positivo. En el caso de las pilas de mercurio, es totalmente desaconsejable ya que existe el riesgo de explosión debido a las sustancias internas (mercurio) que contiene, **¡pero aún más peligroso (de muerte) es intentar regenerar las pilas de litio; son extremadamente explosivas!**

Las pruebas

Veamos a continuación los tests efectuados por Telefunken y sus resultados.
A lo largo de una exhaustiva serie de experimentos, seis pilas (con una tensión nominal de 9 V) fueron sometidas a un régimen de cuatro horas diarias de funcionamiento (la carga del bloque de pilas consistió en una resistencia de 82 ohmios), seguido por un período de veinte horas de reposo. Durante las veinte horas de reposo la tensión continua de regeneración fue de 9,5 V (constantes) conectada a través de una resistencia de 47 ohmios.
En las figuras 2 y 3 se muestra que la capacidad de descarga (horas de utilización) en las pilas miniatura puede ser multiplicada por 3, pudiéndose llegar en los elementos simples, hasta un factor 4. Por otra parte, no se observó ningún aumento apreciable de capacidad en las pilas de *gran capacidad*.
En conclusión, las pilas secas pueden ser recicladas (o regeneradas) y utilizadas a un costo por hora de funcionamiento bajo, a condición de que el aparato que alimentan se conecte la mayor parte del tiempo a la red.

Los circuitos

Los circuitos que se describirán a continuación, han sido diseñados basándose en las experiencias adquiridas por Telefunken en el campo de la regeneración de pilas con tensión continua.
Este sistema se puede incorporar en cualquier tipo de aparato portátil provisto de una fuente de alimentación estabilizada, como puede ser un radio-cassette. La conmutación pilas-red, puede hacerse manual o automáticamente, conectando el cable de alimentación a su toma de entrada (véase figura 4).
Con el fin de permitir el reciclado, el propio conmutador está cortocircuitado por la resistencia de carga Rr y los diodos (en serie) —figura 4b—. La condición más importante que debe cumplir el sistema durante el reciclado, es que la tensión de carga no sobrepase la tensión entregada por una pila nueva (1,7 V por elemento) o correríamos el riesgo de sobrecargar (y dañar) las pilas. Si la tensión de alimentación en vacío (¡que debe ser medida!) es mayor, será preciso utilizar un limitador de tensión (con diodos) para mantenerla a un valor

comprendido entre 1,5 a 1,7 veces el número de elementos, de este modo la regeneración se hará de forma correcta. Téngase en cuenta que la caída de tensión por cada diodo es de 0,6 V.
Veamos un ejemplo: Si queremos incorporar el sistema de regeneración a un aparato que se alimenta con una pila de 9 V y la tensión de alimentación (del aparato) medida en vacío es de 10 V; tendremos que la tensión máxima de carga será igual al número de elementos multiplicada por 1,7 o sea:

$$6 \cdot 1{,}7 = 10{,}2V$$

En este caso no es necesario utilizar el limitador de tensión con diodos. Otra cuestión sería si la tensión de alimentación en vacío fuera de 11 V, por ejemplo. La caída de tensión que deberían provocar los diodos sería de 0,8 V, y como la caída de tensión en bornes de un diodo es de 0,6 V, resulta que con un solo diodo no es suficiente, por tanto habrá que conectar dos en serie, lo que permite una tensión máxima de carga de: 11 — 1,2 = 9,8, es decir 1,63 V por elemento. Si la tensión de alimentación es inferior a la del bloque de pilas, no es posible la regeneración. La resistencia de carga será de 5 ohmios por voltio de tensión entregado por la pila, con lo cual, para las tensiones más comúnmente utilizadas se obtiene: 12 V/68 Ω; 9 V/47 Ω; 7,5 V/39 Ω; 6 V/33 Ω, y 4,5 V/ 22 Ω. En las pilas de tipo miniatura el valor de la resistencia deberá multiplicarse por 2.
Otro procedimiento para limitar la tensión es utilizar un circuito estabilizador (en lugar de los diodos) como se muestra en la figura 4c. También en este caso se escogerá con cuidado la tensión del diodo zener, con objeto de no superar la tensión máxima, citada anteriormente, de 1,7 V por elemento. La tensión del zener, entonces, tendrá que ser 0,6 V superior a la tensión máxima de carga. Para alcanzar el mayor número de regeneraciones se deberán evitar las descargas durante períodos excesivamente largos. Para suprimir este inconveniente se utilizará el circuito de la figura 5, el cual deja las pilas fuera de circuito cuando estas reducen su tensión a 1,2 V por elemento. En este caso la tensión del diodo zener se calculará de la siguiente forma:

Tensión zener = número de elementos x 1,2 — 0,6 V.

La tensión indicada en el circuito es válida para un bloque de pilas de 9 V; con este valor la tensión de corte será de 7,4 V; si deseamos que la descarga continúe por debajo de este valor se incluirá un conmutador (línea de trazos) entre emisor y colector. Cuando el aparato está conectado a la tensión de red, la corriente de regeneración atraviesa el diodo D2 y la resistencia de carga Rr. La corriente le llega al aparato a través de D3. Cuando este funciona a baterías (desenchufado de la red), el interruptor S_1 permite la conducción del transistor T_2, con lo cual las pilas entran en circuito. En el momento en que la tensión de la pila alcanza los 7,3 V aproximadamente, se bloquean los transistores T2 y T3 poniendo de esta manera las pilas fuera de circuito. Entonces el diodo D2 evita nuevas descargas de las pilas a través de Rr. Si en casos excepcionales se desea hacer funcionar el aparato a pilas por más tiempo (por ejemplo, cuando la toma de alimentación no esté accesible) se podrá utilizar el pulsador S_2 que puentea a T3, para así mantener las pilas en circuito.

5

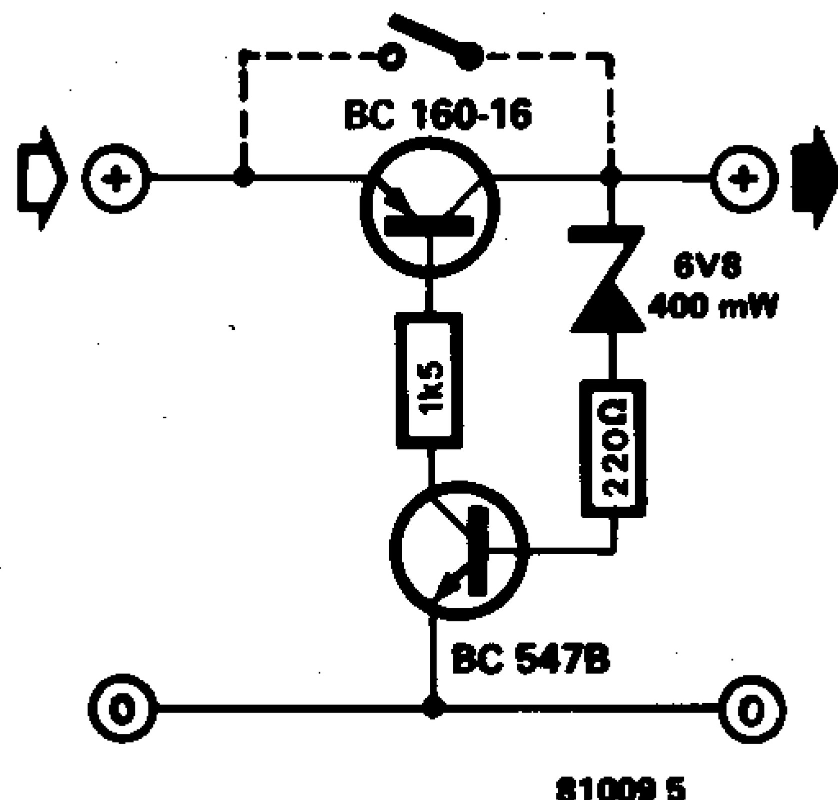


Figura 5. Con este circuito se evitan las descargas excesivas. Cuando la tensión de las pilas es de 1,20 V (por elemento) se produce la desconexión automática.

6

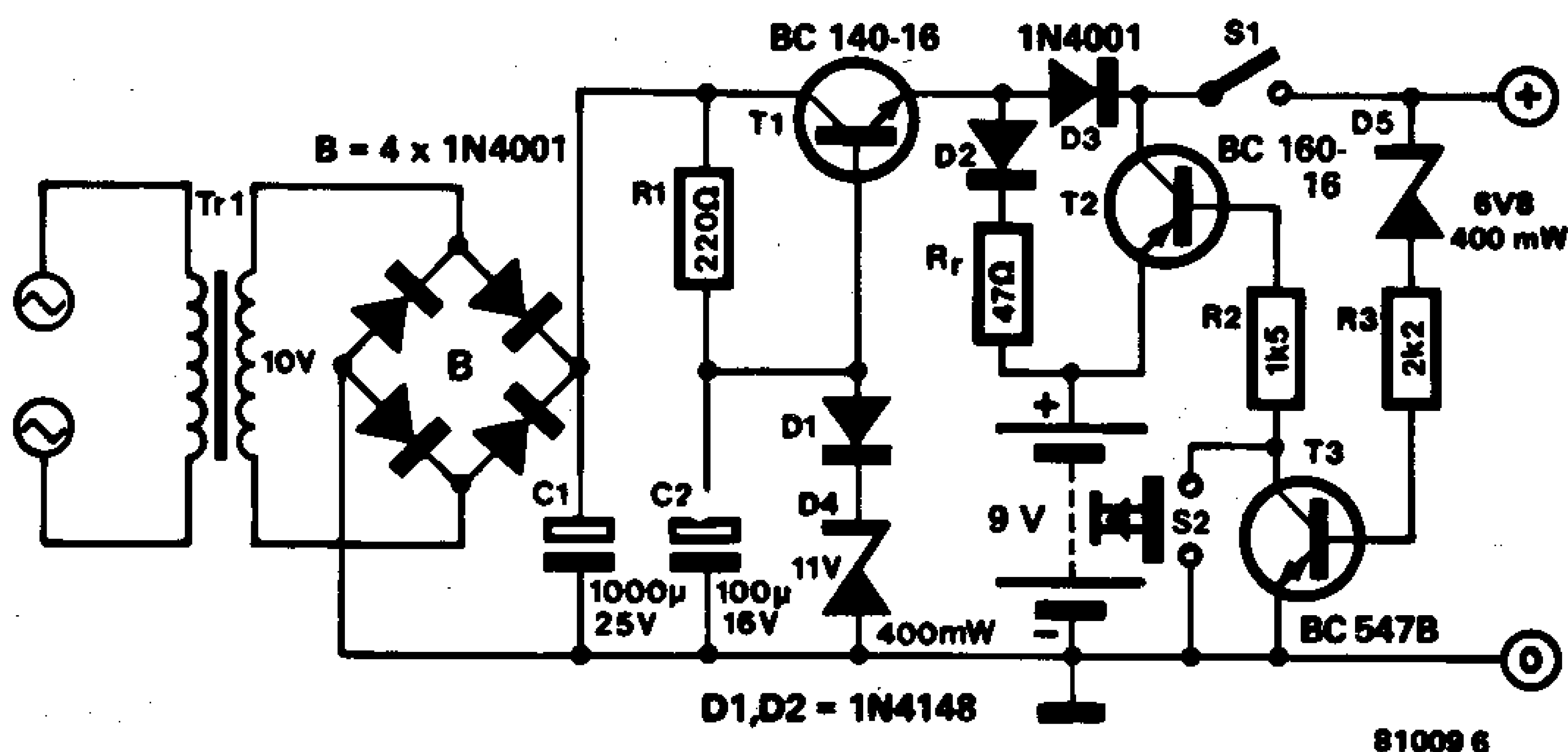


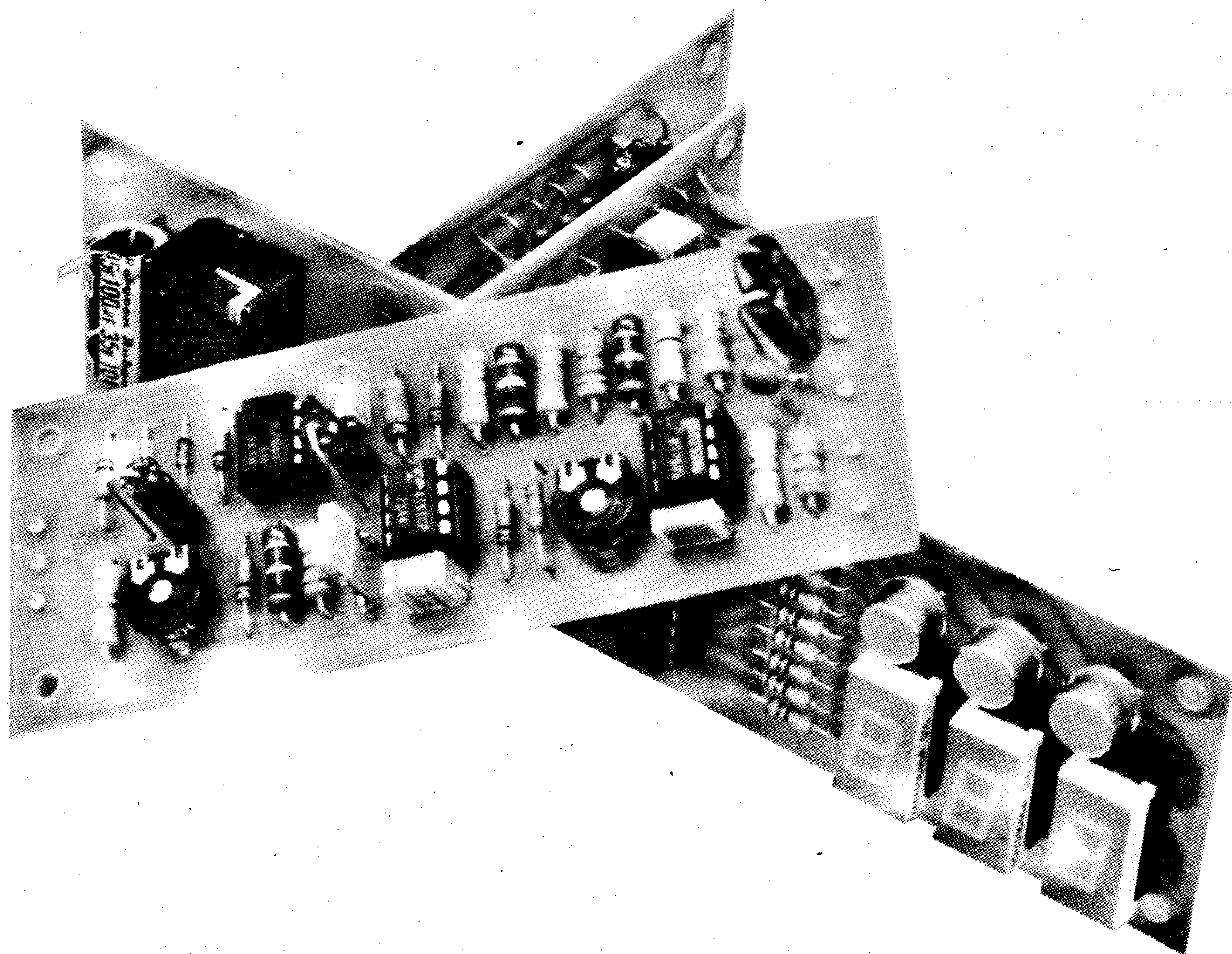
Figura 6. Circuito de regeneración para una salida de 9 V y 500 mA.

Bibliografía:

Deussing, G.: Energy supply for Telefunken transistor radio's.
Telefunken-Sprecher, no. 66, Feb. 1975, págs. 26-28
Huber, R.: Dry cell batteries.
VARTA technical series, vol. 2, 1968, págs. 110-112.
Glöckner, G., Petermann, B. y otros: «Recycling batteries using a symmetrical alternating current charge —problems and results of experiments».
FUNKAMATEUR 28 (1979), nos. 2, pág. 73; 3, pág. 127; 4, pág. 187; 5, pág. 238; 6, pág. 284; 7, pág. 345; 8, pág. 388.

medidor del consumo de carburante

Normalmente una simple mirada al indicador de combustible de nuestro automóvil no nos suele aclarar nada (excepto cuando se encuentra en reserva) acerca del consumo real de nuestro vehículo, ya que la medida realizada es demasiado tosca como para aportar algún dato sobre el consumo energético del motor. Si tenemos en cuenta la cotización del preciado líquido vital (¡no nos referimos a la sangre, sino a la gasolina!), parece lógico esperar que este circuito, capaz de realizar una medida exacta e instantánea de la gasolina (o gas-oil) consumida en un motor de explosión, alcance una gran popularidad entre nuestros lectores. Sin embargo este tipo de circuitos presentan un pequeño problema: encontrar y adaptar el transductor (captador de consumo) adecuado. Afortunadamente, este problema no existe en nuestro circuito, ya que se dispone de tres módulos adaptadores universales, con los que se podrá acoplar la casi totalidad de transductores que se encuentran actualmente en el mercado europeo.



De las investigaciones realizadas por nuestro departamento técnico para poner a punto un prototipo de medidor de combustible así como de la búsqueda del captador adecuado, nació la idea de este circuito modular universal. El principio es simple, como puede verse en la figura 1, basta asociar cada transductor (son dos en total, uno de velocidad del vehículo y otro de flujo de combustible) al interface o circuito adaptador adecuado, que a su vez se conecta al circuito contador principal (encargado de visualizar numéricamente el consumo). De esta forma son posibles dos tipos de indicaciones: número de litros consumidos en cien kilómetros, y kilómetros recorridos por cada litro de combustible. Esto se consigue, simplemente invirtiendo las conexiones de los adaptadores en la placa principal. El verdadero problema lo representa la diversidad de características propias de los distintos captadores.
Dentro de los captadores de velocidad podemos distinguir dos tipos: los que generan impulsos y los que generan tensión. Los primeros entregan una señal cuya frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del vehículo. En los segundos el parámetro proporcional a la velocidad, es la tensión. Partiendo de estos datos, hemos diseñado dos tipos de módulos adaptadores. El número de impulsos/litro generados por los captadores de consumo varía ampliamente dependiendo del tipo concreto, pero suele estar entre 8.500 y 27.000 imp/litro.

Dos indicaciones posibles

Como se ha dicho anteriormente, combinando adecuadamente los módulos de adaptación, obtendremos dos tipos de medidas, l/100 km. y km/l. Teniendo en cuenta que disponemos de dos tipos de captadores de velocidad, habrá cuatro formas de conexión diferentes y por tanto cuatro diagramas, como puede apreciarse en las figuras 2, 3, 4, 5. Pero aún así, el principio básico sigue siendo el mismo: en pocas palabras, un contador digital en realidad no es más que un divisor de frecuencias, en el que el número visualizado es el resultado de dividir la frecuencia de reloj por la frecuencia de la señal de cuenta/reposición. Para obtener la indicación de l/100 km. (figuras 4 y 5), se aplicará a la entrada de reloj la señal entregada por el captador de consumo (a través de su interface) y la del captador de velocidad a la de cuenta/reposición. El truco ahora consiste en hacer que la frecuencia de reloj sea proporcional al consumo de carburante (l/h.) y la frecuencia de cuenta/reposición lo sea a la velocidad del vehículo, al tiempo, la relación de división debe ser tal que la lectura visualizada por el display se corresponda con los l/100 km., consumidos realmente (¡Afortunadamente la cosa es más sencilla de lo que parece!).
La adaptación de los captadores y el ajuste de la relación entre las dos frecuencias se realizan: en el módulo 1 para el captador de consumo (generador de pulsos), y en el módulo 2 para el captador de velocidad (tensión variable). El módulo 1 es un convertidor de frecuencia en tensión (continuamente) ajustable, el 2 es un convertidor de ten-

Tabla 1

Transductores de velocidad	
Halda	**4** impulsos por revolución
ITM	**6** impulsos por revolución
generador tacométrico	tensión directamente igual a velocidad
transductores de consumo	
FloScan 201A, 203A, 211A, 213A	25600 impulsos/litro de gasolina 26417 impulsos/litro de gas-oil
FloScan 261PB-15, 263PB-15	12680 impulsos/litro de gasolina
FloScan 300-1	11386 impulsos/litro de carburante
KDM (opto)	9500 impulsos/litro
KDM inductivo	8500 impulsos/litro

Tabla 1. Tabla de características de los captadores más corrientes (y baratos).

1

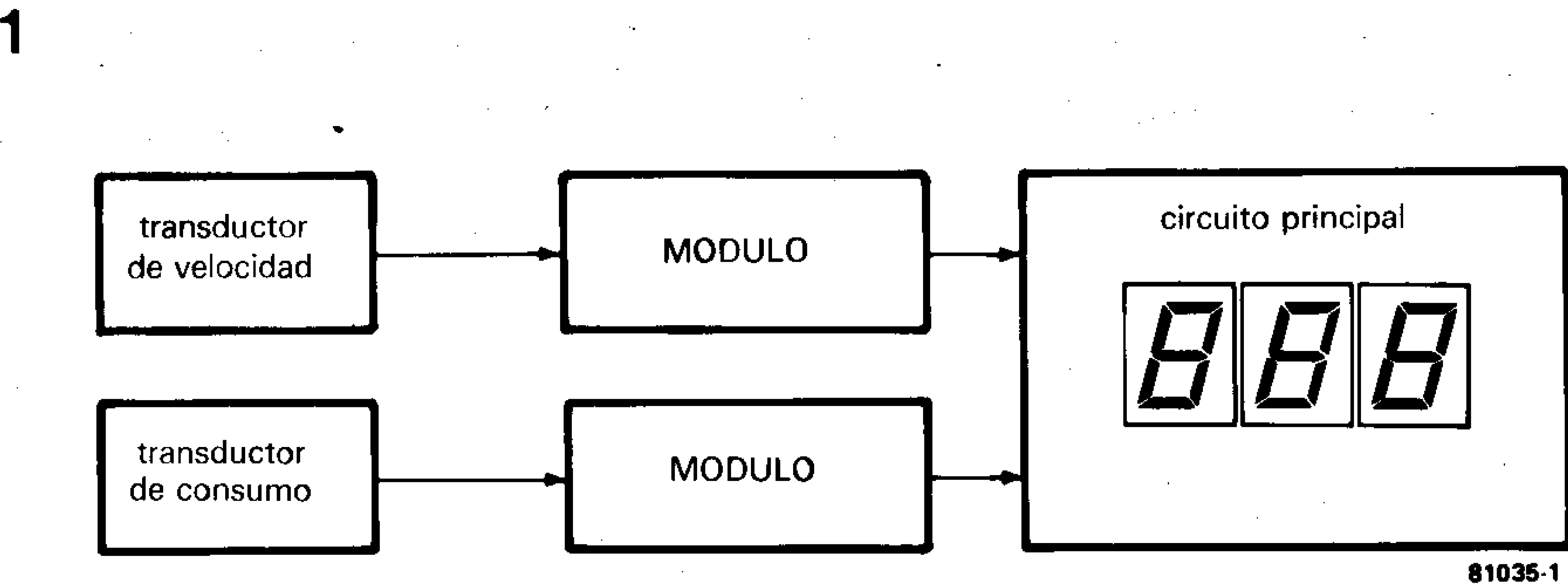


Figura 1. La concepción modular del medidor de consumo hace que el circuito sea más sencillo.

sión en frecuencia, y el módulo 3 es un divisor de frecuencias. Para obtener una medida en km/l., se divide la señal del captador de velocidad entre la del captador de consumo: km/h. : l/h. = km/l.

Según el tipo de captador utilizado nos guiaremos por el diagrama correspondiente (2, 3, 4 ó 5): el de la figura 2 para impulsos y el de la 3 para tensiones. Las figuras 4 y 5 representan básicamente lo mismo exceptuando que los captadores están invertidos con respecto a los de las figuras 2 y 3

Módulos de adaptacion y conversión

Módulo 1 (figura 6)

La función de este módulo es realizar una multiplicación de frecuencia variable, para convertir los pulsos del captador de flujo (o velocidad) en la frecuencia de reloj necesaria. El módulo, básicamente, es un disparador (trigger) formado en torno a IC1, el cual transforma las señales de entrada en una onda cuadrada simétrica. La siguiente etapa es un convertidor de frecuencia/tensión (IC2), al que sigue otro de tensión/frecuencia (IC3). El potenciómetro P1 sirve para ajustar el nivel de disparo. P2 se puede utilizar para variar la frecuencia generada dentro de unos ciertos límites. Si se emplea un captador optoelectrónico el umbral de disparo deberá, regularse entre 1 y 1,5 V. Si el captador es de tipo inductivo el umbral de disparo será de 200 ó 300 mV.

Módulo 2 (figura 7)

Este módulo es un divisor de frecuencia programable cuya relación de división viene

2

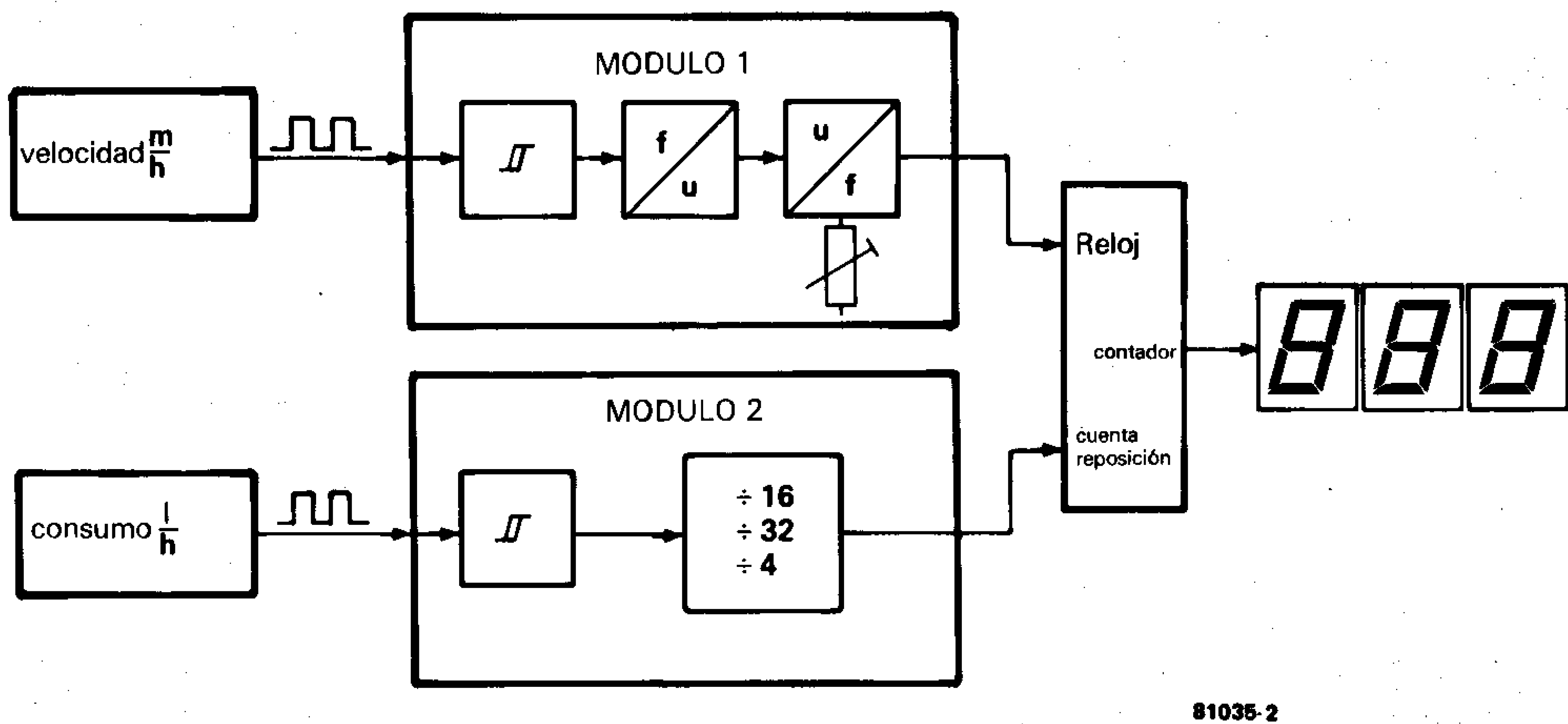


Figura 2. Esquema sinóptico del medidor de consumo para indicaciones en km/l., con un captador de velocidad del tipo *generador de impulsos*.

3

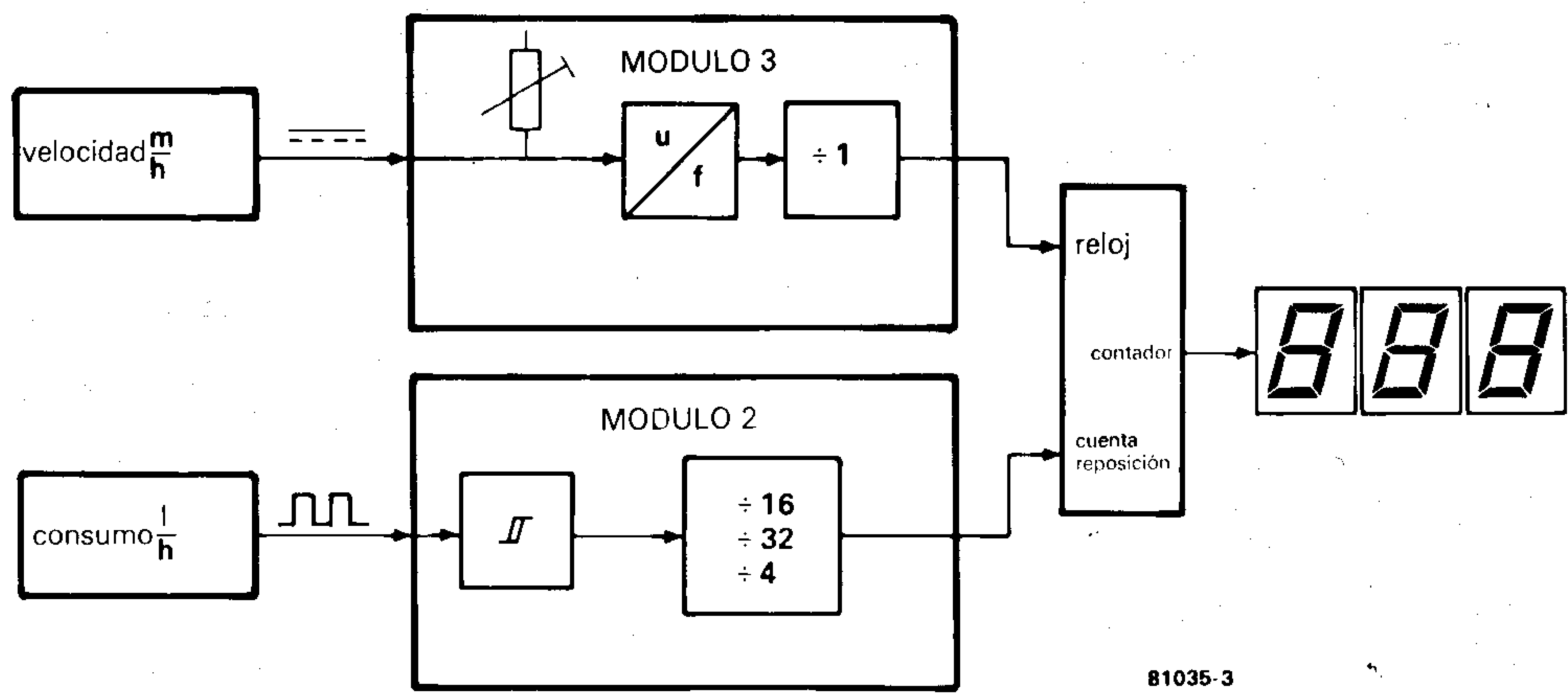


Figura 3. Esquema sinóptico del medidor de consumo para indicaciones en km/l., con un captador de velocidad del tipo *generador taquimétrico*.

4

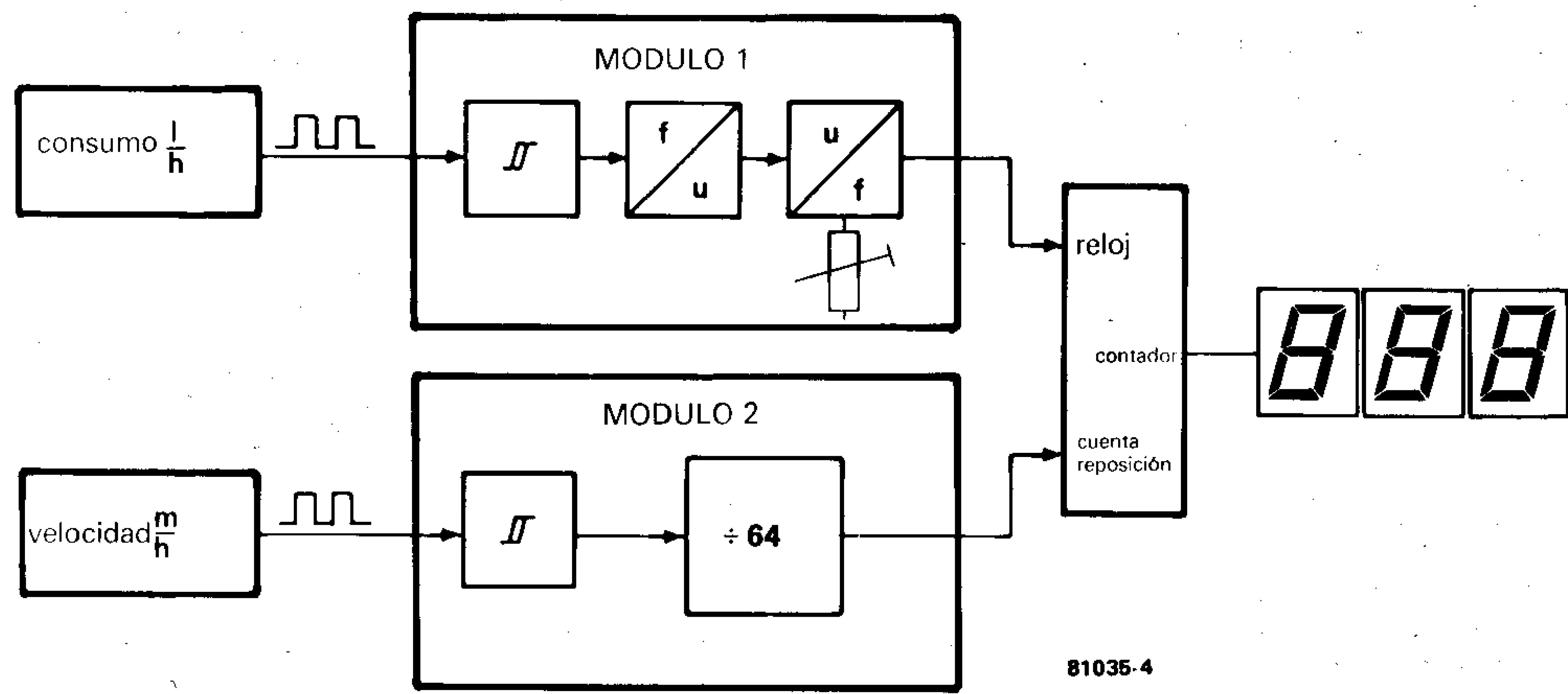


Figura 4. Esquema sinóptico del medidor de consumo para indicaciones en l/100 km., con un captador de velocidad del tipo *generador de impulsos*.

5

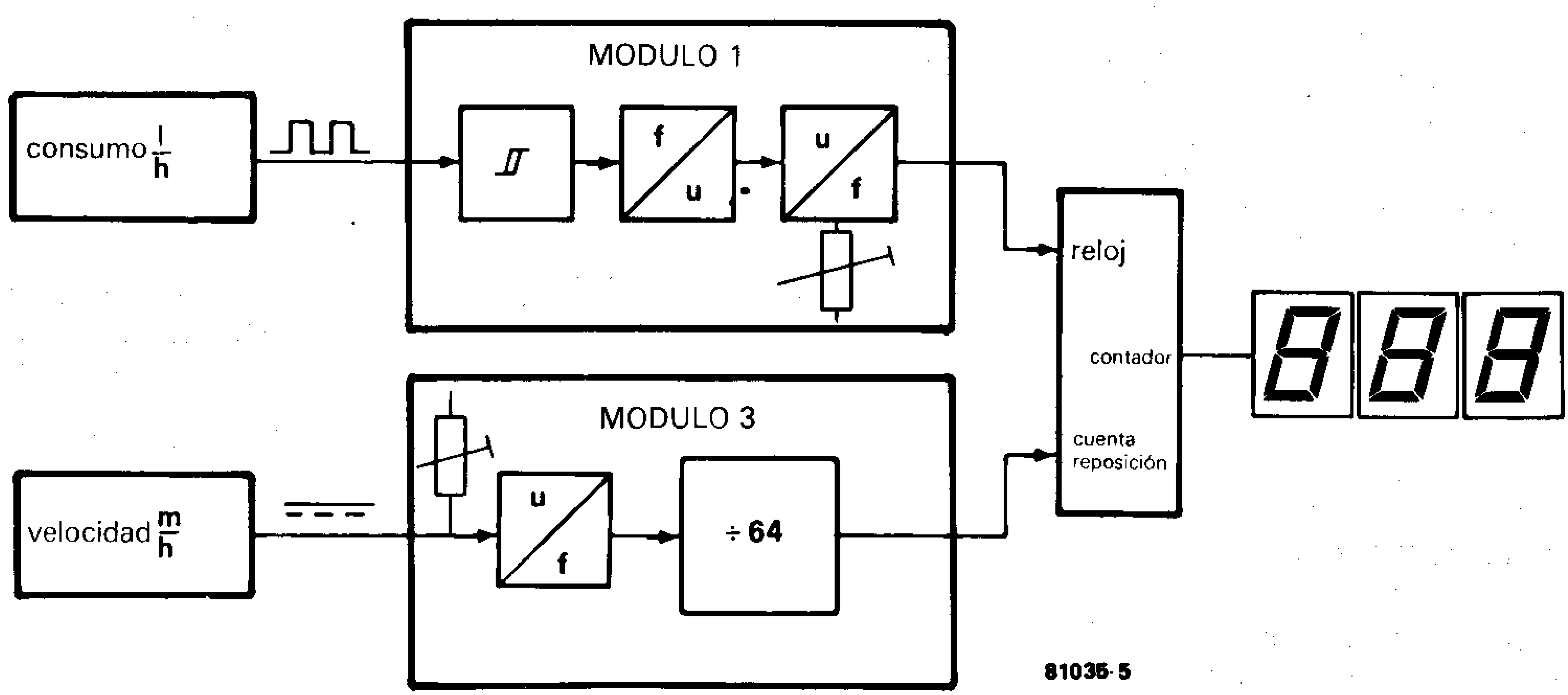


Figura 5. Esquema sinóptico del medidor de consumo para indicaciones en l/100 km., equipado con un captador de velocidad del tipo *generador taquimétrico*.

6

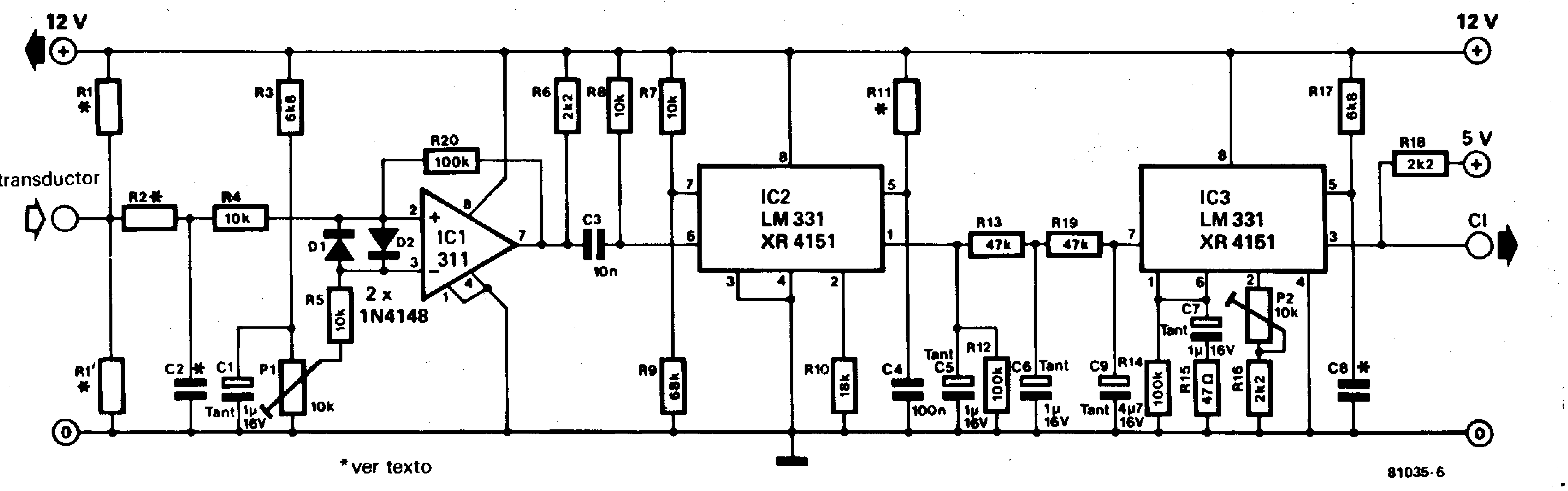


Figura 6. Circuito completo del módulo 1. IC1 realiza el tratamiento de los impulsos de entrada, e IC2, IC3 la conversión de frecuencia en tensión.

determinada por la salida de IC2 (4024) elegida; en la práctica consiste en hacer un puente entre los puntos adecuados (dependiendo de la relación de división que se precise) del circuito impreso. Al igual que en el módulo anterior, IC1 (311) se emplea para transformar la señal de entrada en una onda cuadrada simétrica, que alimenta la entrada de reloj de IC2.

Módulo 3 (figura 8)

Este módulo es un convertidor de tensión a frecuencia y se emplea para hacer compatibles las señales (de tensión) entregadas por los captadores, con las requeridas por el circuito contador principal (una frecuencia). Con el fin de poder aplicar esta señal tanto a la entrada de reloj como a la cuenta/reposición, se ha dispuesto a la salida de el convertidor (IC1) un divisor de frecuencias (IC2).

El circuito contador

En la figura 3 se muestra el circuito del contador (que incluye el visualizador). La técnica de integración nos ha facilitado la realización de este circuito, ya que en un solo CI se encuentran los circuitos de cuenta y decodificación (a 7 segmentos), y sólo es preciso añadir los buffers (T1... T3 = BC141) y los visualizadores. Para hacer funcionar correctamente el circuito contador 74C928, son necesarias tres señales diferentes, y no dos como se ha dicho en un principio para evitar confusiones (en la práctica, la tercera señal se obtiene por descomposición de una de las primeras, concretamente la de cuenta/reposición). En efecto, además de la señal de reloj se necesita una *señal de cuenta* y otra de *reposición* (o puesta a cero del visualizador). La señal de reposición se obtiene retardando la señal de cuenta. Esta última tiene como efecto la memorización temporal en un registro interno del contador (que en inglés se denomina *latch)* y la visualización del valor al-

7

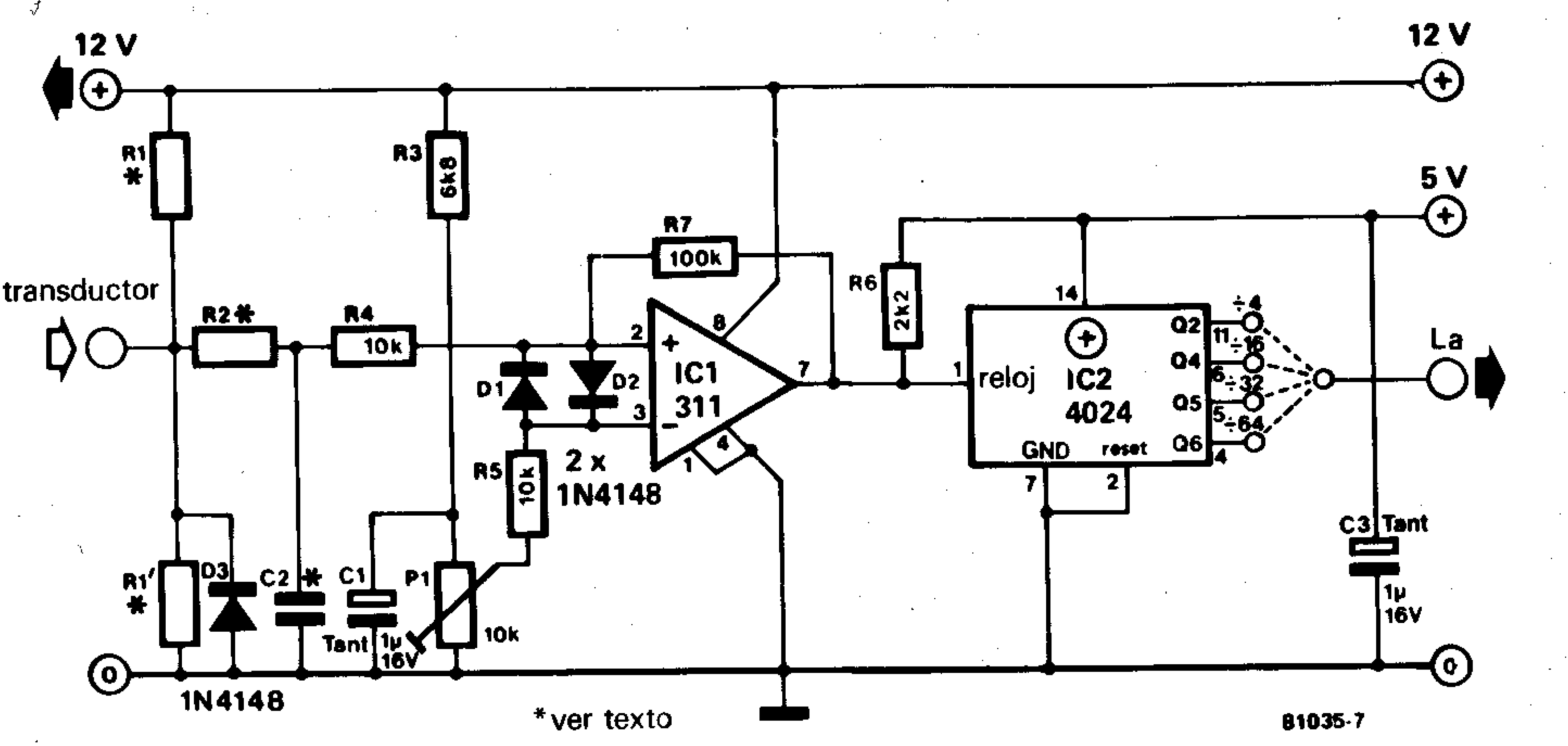


Figura 7. Circuito completo del módulo 2. IC1 realiza el tratamiento de la señal de entrada. IC2, trabaja como divisor de frecuencias programable.

8

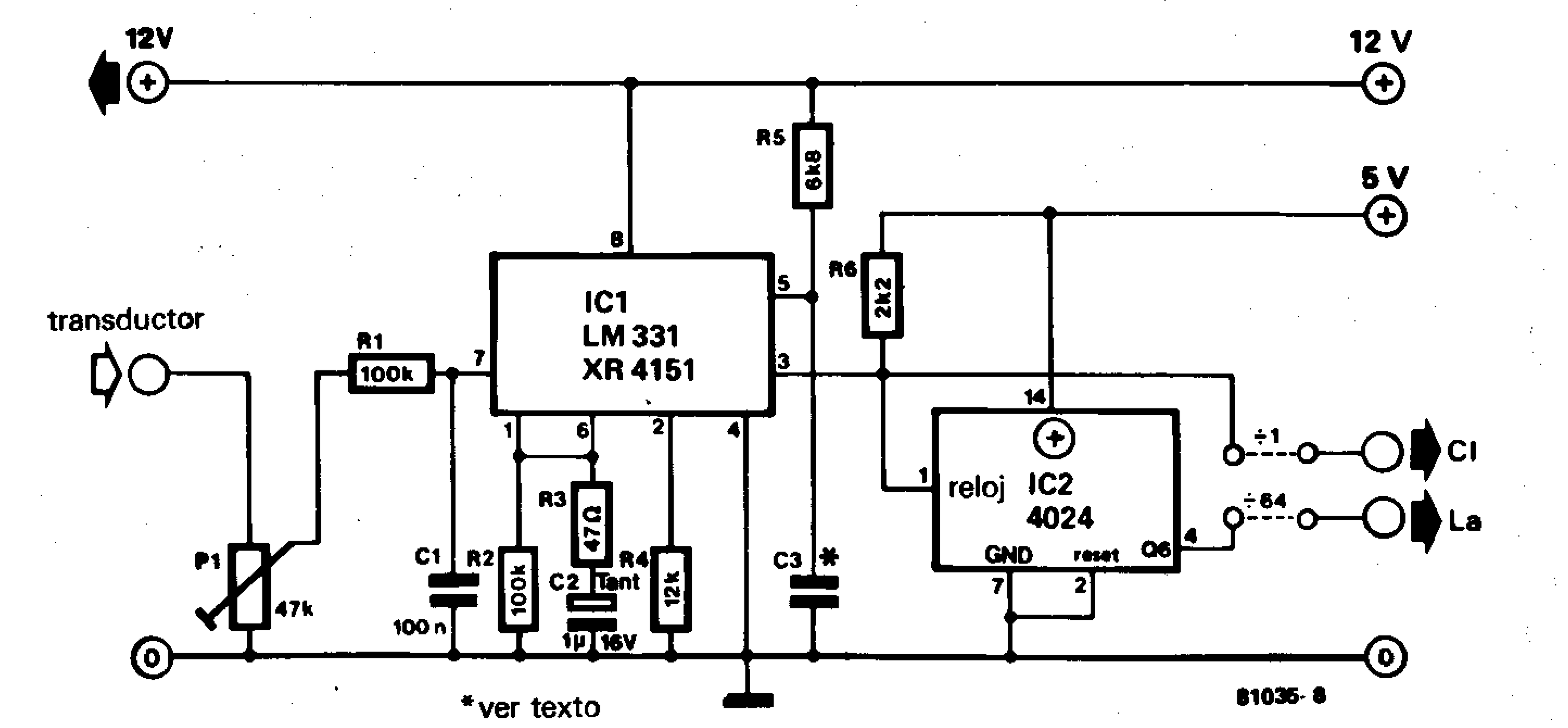


Figura 8. Circuito completo del módulo 3. IC1 es un convertidor de tensión/frecuencia e IC2 un divisor.

9

12 V 12 V
5 V 5 V
reloj
Cl Cl
5V
14
IC2
7
0
N1 ... N4 = IC2 = 4093
R1 22k R2 22k R3 22k
cuenta reposición La La
N1 N2 N3 N4
C1 68 n C2 15n C3 3n3
C4 Tant 10µ 16V
R4 ... R10
18Ω
reloj
cuenta
reposición
IC1
74C928
Dp1 ... Dp3 = MAN4640A
Dp1 Dp2 Dp3
R11 18Ω
T3 T2 T1
BC 141 BC 141 BC 141
12 V
IC3
7805
C5 100µ 16V
C6 Tant 10µ 16V
81035-9

Figura 9. Circuito completo del módulo contador y decodificador.

10

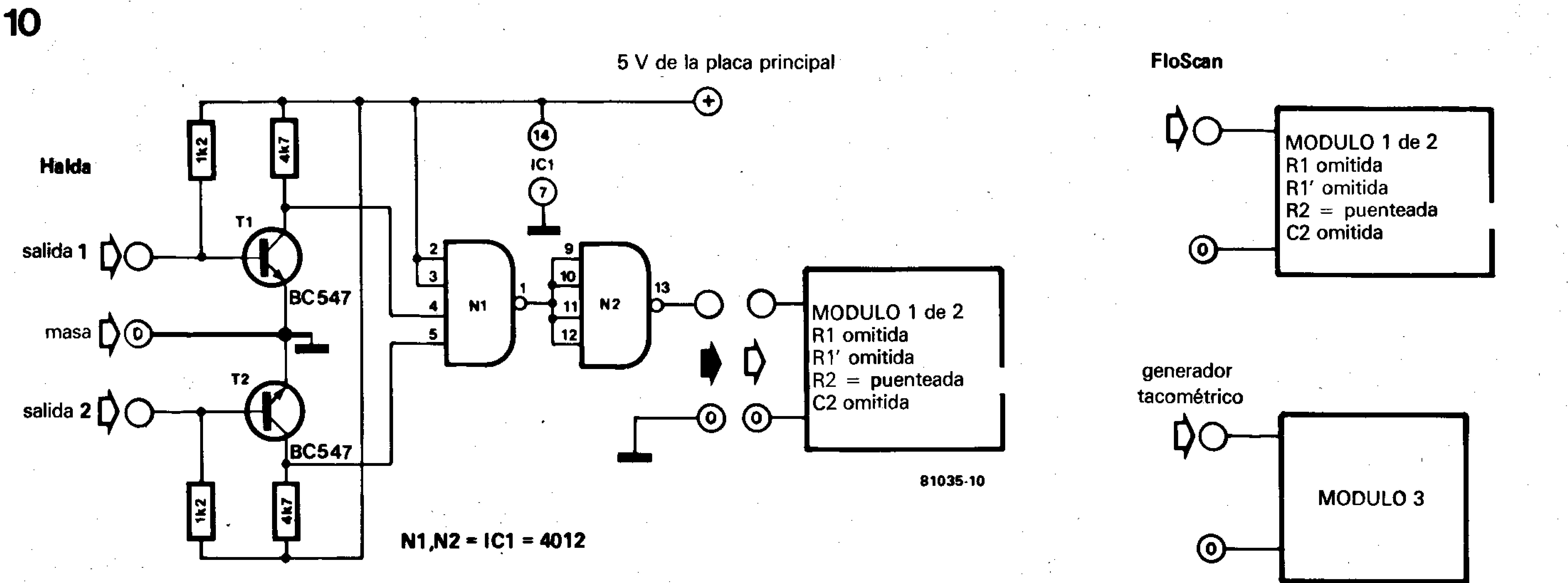


Figura 10. Adaptaciones requeridas por algunos transductores de velocidad.

canzado hasta ese momento por el contador, es decir, «actualiza» el valor indicado por el visualizador (display). Como se ha dicho anteriormente, la señal de reposición pone a cero el contador; en otras palabras hace que el contador comience nuevamente la cuenta desde cero.
El circuito de retardo está compuesto por las puertas N1...N4. Tan pronto como un impulso de cuenta/reposición aparece en la entrada del circuito de retardo, N2 genera un corto *impulso de cuenta* que actualiza el visualizador y menoriza el nuevo valor. A continuación la misma señal que aparece en N2, después de sufrir un retardo (introducido por N3), se utiliza como señal de reposición.

Construcción

Debido a la gran variedad de captadores utilizables con este circuito, nos puede surgir la duda sobre cuál es el que mejor se adatpa a nuestras necesidades. Para acertar en la elección, será aconsejable leer atentamente los siguientes párrafos antes de emprender el montaje práctico.

Elección de los captadores

La mejor solución consiste en ir personalmente a un distribuidor de repuestos de automóvil y pedir un transductor adecuado para nuestro vehículo (que se pueda montar). En la tabla 1 se dan las características de algunos de los más corrientes. El captador de flujo se encontrará con mayor facilidad que el de velocidad, el primero de ellos debe cumplir un requisito: ser adecuado al carburante utilizado por el vehículo (gas-oil o gasolina).
Si no se encontrara ninguno de los trasduc-

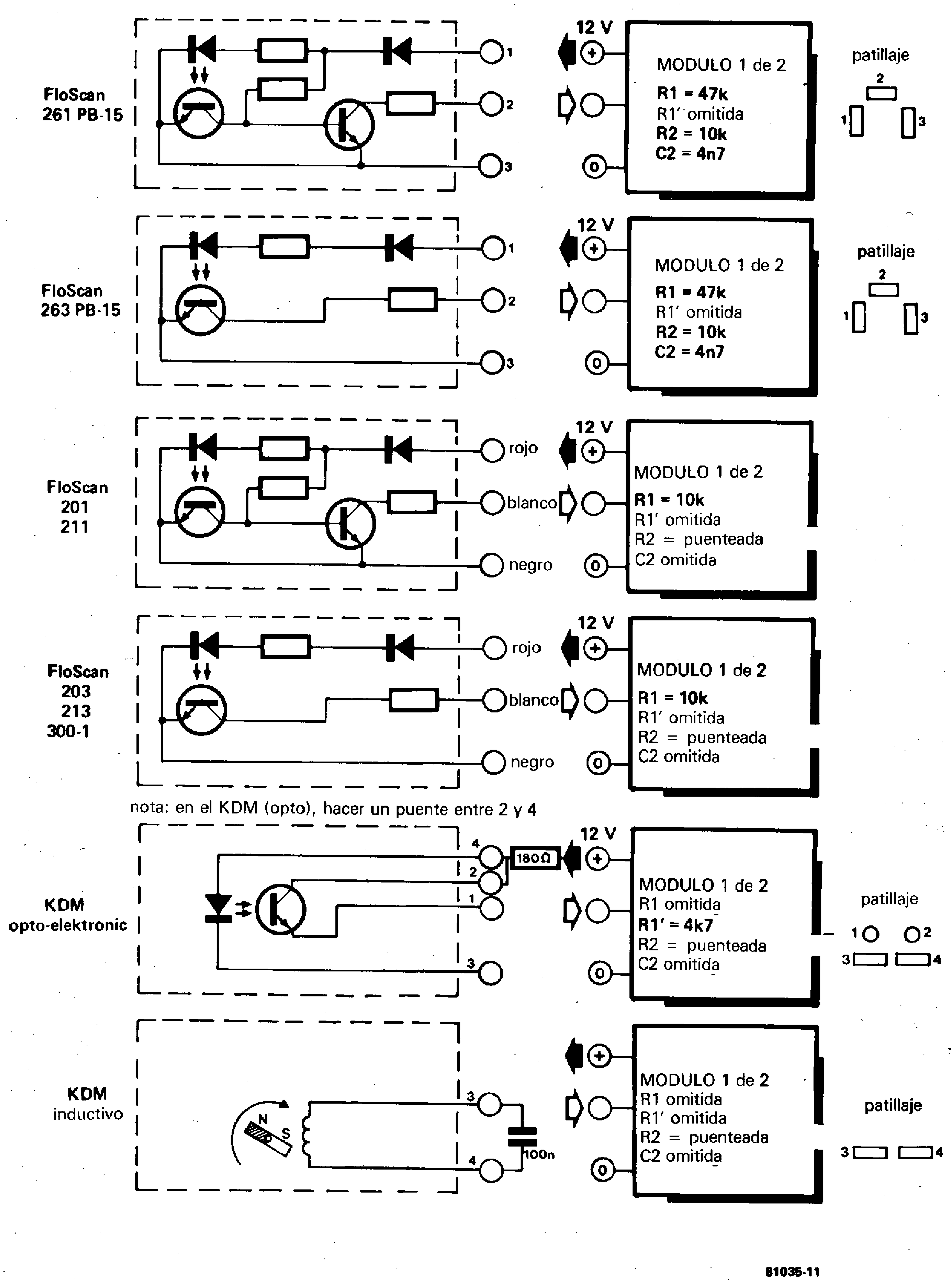


Figura 11. Diferentes conexiones internas y externas de los captadores más conocidos.

tores indicados en la tabla 1, se podrá adaptar cualquier otro, utilizando para ello las fórmulas que se incluyen en este artículo.

¿l/100 km. ó km/l.?

Como ya hemos dicho, son posibles dos indicaciones. La relación más utilizada es la de l/100 km., sin embargo la indicación en km/l. puede ser un dato interesante a la hora de valorar el rendimiento de un automóvil... Una vez seleccionada la forma de indicación, se podrá iniciar la construcción del circuito, siguiendo uno de los diagramas de las figuras 2... 5.
Los valores de algunos componentes varían según el circuito, de forma que para determinar el adecuado en cada uno, se acudirá a las figuras 10, 11 y a la lista de componentes.

Construcción de los módulos

Una vez elegido el tipo de indicación y determinado el diagrama conveniente se pasará a la realización práctica, ¡no olvidar los componentes marcados con un asterisco!
Los módulos se montarán en la parte posterior de la placa principal. Asegúrese de que los ha conectado en el lugar correspondiente (esto depende del móculo seleccionado), para ello guíese de las figuras 2, 3, 4 y 5. El paso siguiente será la calibración del circuito, ¡pero no conecte el transductor todavía!

Calibración

La calibración se lleva a cabo en dos etapas, dependiendo del tipo de transductor.

Tabla 2

Km/l.

Consumo / Velocidad	FloScan 261, 263, KDM 300-1	FloScan 201A, 203A, 211A, 213A
Halda	módulo 2 puente ÷ 16 / módulo 1 R11 = 22 k C8 = 15 n	módulo 2 puente ÷ 32 / módulo 1 R11 = 22 k C8 = 12 n
ITM	módulo 2 puente ÷ 16 / módulo 1 R11 = 15 k C8 = 15 n	módulo 2 puente ÷ 32 / módulo 1 R11 = 15 k C8 = 12 n
Generador taquimétrico	módulo 2 puente ÷ 16 / módulo 3 puente ÷ 1 C3 = 4n7	módulo 2 puente ÷ 32 / módulo 3 puente ÷ 1 C3 = 3n9

Tabla 2. En esta tabla se dan los valores de los componentes que varían de acuerdo con el tipo de captador utilizado (para indicaciones en km/l.).

Tabla 3

l/100 m.

Consumo / Velocidad	FloScan 261, 263, KDM 300-1	FloScan 201A, 203A, 211A, 213A
Halda	módulo 1 R11 = 82 k C8 = 12 n / módulo 2 puente ÷ 64	módulo 1 R11 = 33 k C8 = 12 n / módulo 2 puente ÷ 64
ITM	módulo 1 R11 = 82 k C8 = 8n2 / módulo 2 puente ÷ 64	módulo 1 R11 = 33 k C8 = 8n2 / módulo 2 puente ÷ 64
Generador taquimétrico	módulo 1 R11 = 82 k C8 = 12 n / módulo 3 puente ÷ 64 C3 = 6n8	módulo 1 R11 = 33 k C8 = 12 n / módulo 3 puente ÷ 64 C3 = 6n8

Tabla 3. En esta tabla se dan los valores de los componentes que varían de acuerdo con el captador utilizado (para indicaciones de l/100 km.).

A) Para un captador de velocidad optoelectrónico o inductivo (ambos generan pulsos), se deberá utilizar el circuito de calibración mostrado en la figura 12. Este circuito genera pulsos de 50 Hz. y se aplicará simultáneamente a la entrada de ambos módulos de adaptación. Si la configuración escogida proporciona una indicación en l/100 km., el número visualizado será igual a:

$$\frac{100000 \cdot k \cdot X}{y}$$

Si la indicación es de km/l., el número visualizado será igual a:

$$\frac{y}{1000 \cdot k \cdot X}$$

Donde X es el número de impulsos por vuelta del captador de velocidad; y es el número de impulsos por litro del captador de consumo; k es el número de rotaciones correspondiente a una distancia dada, si k viene expresado por un número comprendido entre 500 y 1.500, se trata de las rotaciones por km.; y si está entre 0,5 y 1,5 indica el número de rotaciones por metro. La relación entre el número de rotaciones del árbol del taquímetro y la distancia recorrida debe figurar en la parte posterior del indicador, o quizá en el cuadrante mismo. Para los valores comprendidos entre 500 y 1.500 será preciso hacer una división por 1.000 para disponer de un valor adecuado de k. La precisión del resultado será de al menos un decimal, ya que nuestro medidor ofrece el mismo rango de exactitud (regulable mediante P2 del módulo 1).

B) En el caso del transductor de velocidad, taquímetro (tensión variable proporcional a la velocidad), el ajuste se hará con el vehículo en marcha, y por supuesto, ¡con la ayuda de otra persona que no sea el conductor! La calibración en este caso es la siguiente: se ajustará el cursor de P1 en el módulo 3 de forma que obtengamos una lectura de 0,2 V, para una velocidad de 100 km/h., esto es todo. Finalmente sólo una advertencia; sea prudente y *¡no trate de hacer este ajuste en plena ciudad!*

Para la indicación de l/100 km, la cosa se complica algo más: se comenzará por el ajuste descrito anteriormente (cursor de P1 a 0,2 V para una velocidad de 100 km/h.).

12

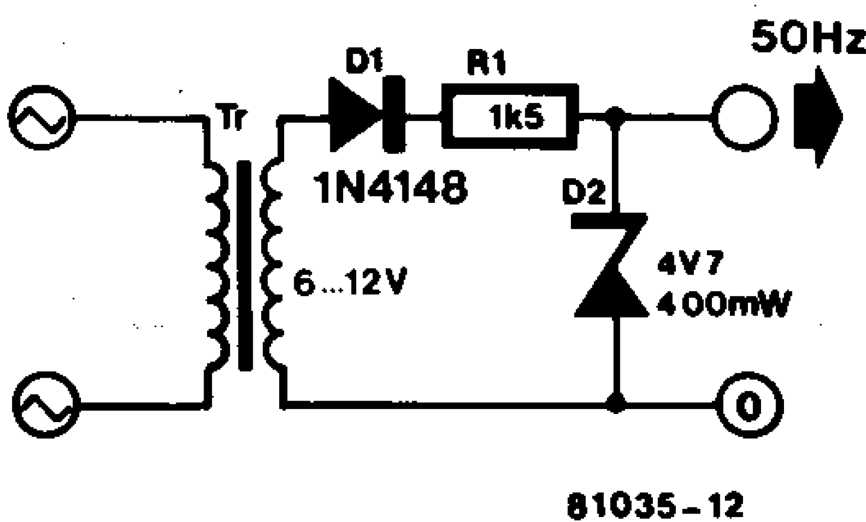


Figura 12. Este pequeño generador de 50 Hz., será de gran utilidad en el ajuste del medidor.

Lista de componentes del módulo 1
(figura 6)

Resistencias:

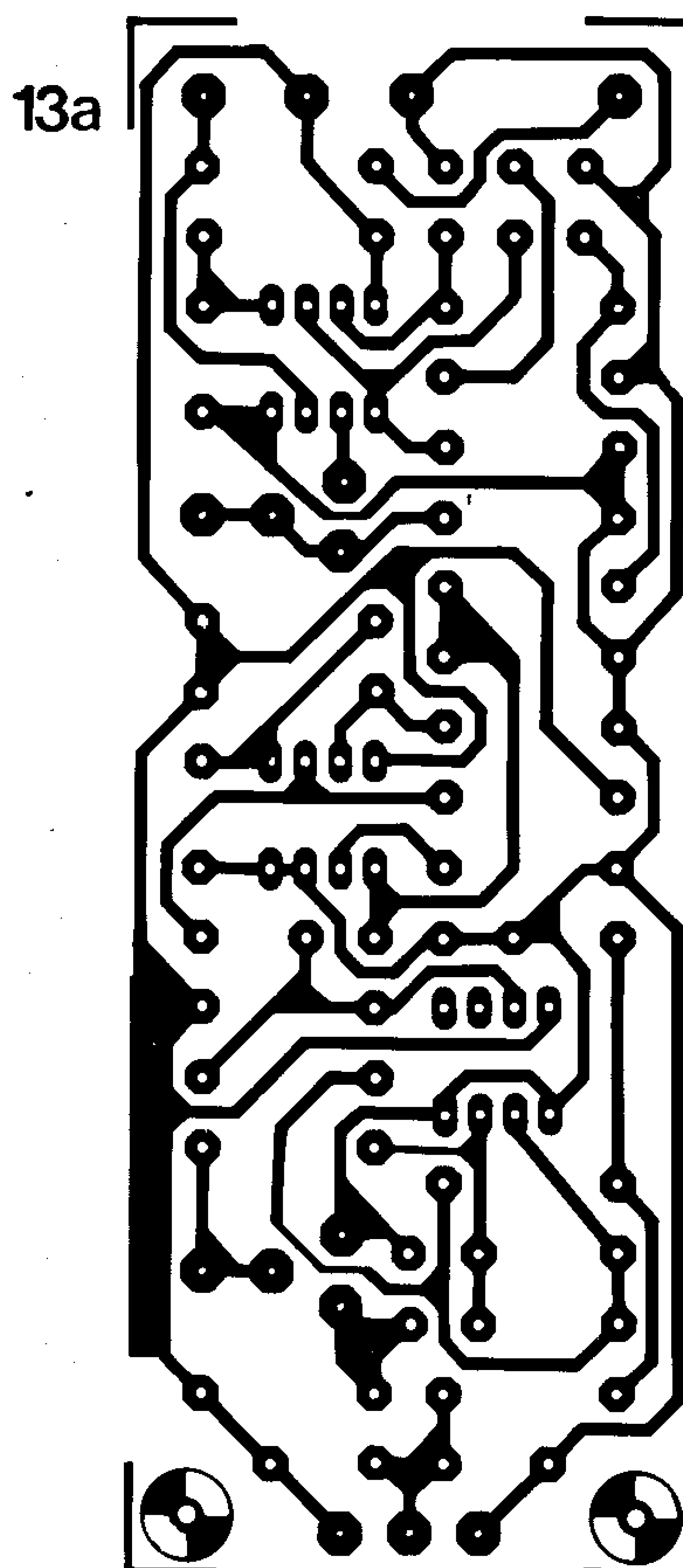
R1,R1',R2,R11 = ver texto
R3 = 6k8
R4,R5,R7,R8 = 10 k
R6,R16,R18 = 2k2
R9,R17 = 68 k
R10 = 18 k
R12,R14,R20 = 100 k
R13,R19 = 47 k
R15 = 47 Ω
P1,P2 = 10 k ajustable

Condensadores:

C1,C5,C6,C7 = 1 μ/16 V tántalo
C2,C8 = ver texto
C3 = 10 n
C4 = 100 n
C9 = 4μ7/16 V tántalo

Semiconductores:

IC1 = 311
IC2,IC3 = LM 331, XR 4151
D1,D2 = 1N4148



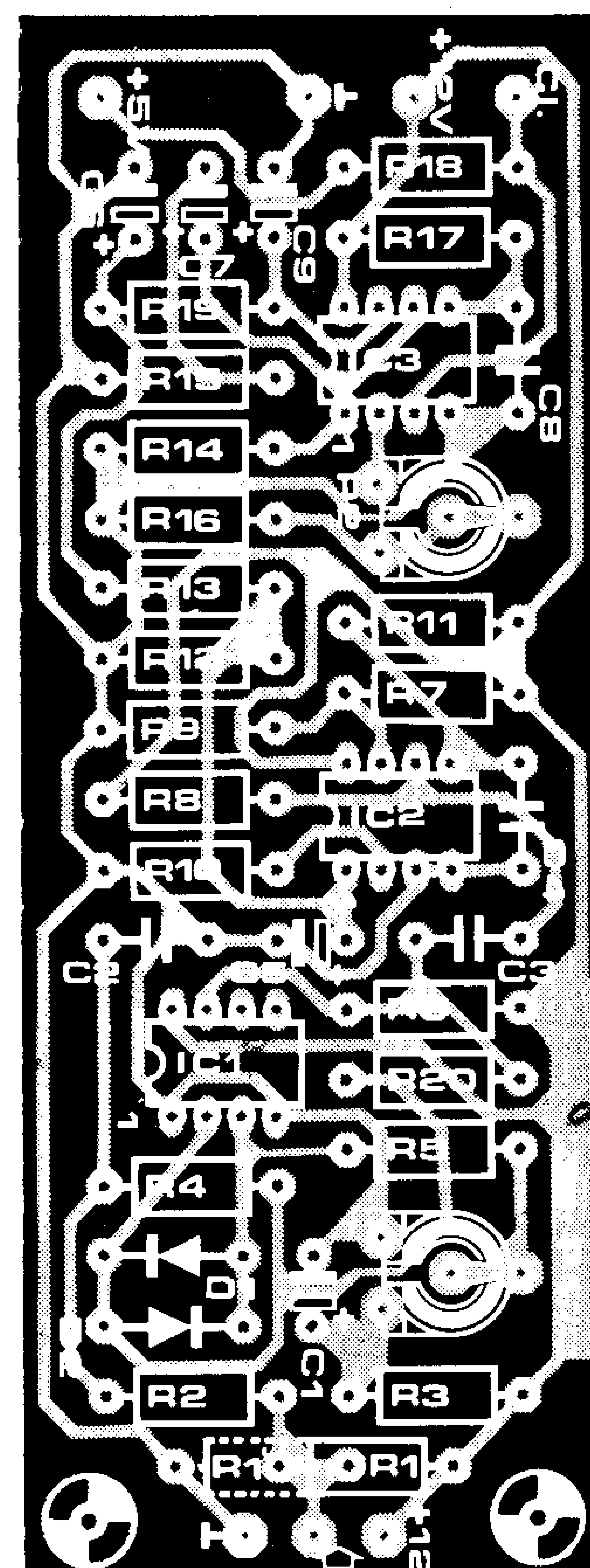


Figura 13a. Circuito impreso para el módulo 1.

Lista de componentes del módulo 2
(figura 7)

Resistencias:

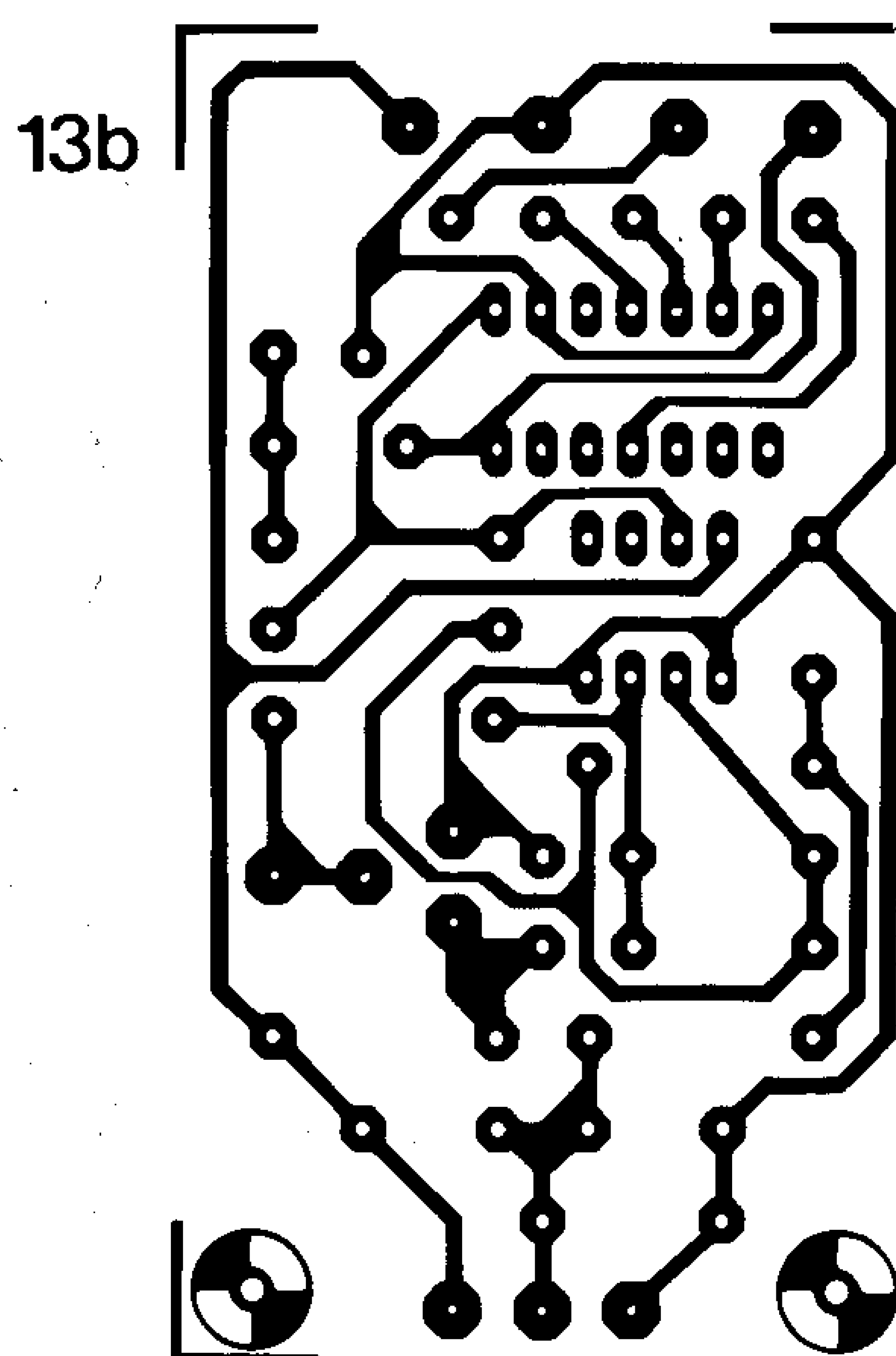
R1,R1',R2 = ver texto
R3 = 6k8
R4,R5 = 10 k
R6 = 2k2
R7 = 100 k
P1 = 10 k ajustable

Condensadores:

C1,C3 = 1 μ/16 V tántalo
C2 = ver texto

Semiconductores:

IC1 = 311
IC2 = 4024
D1 . . . D3 = 1N4148



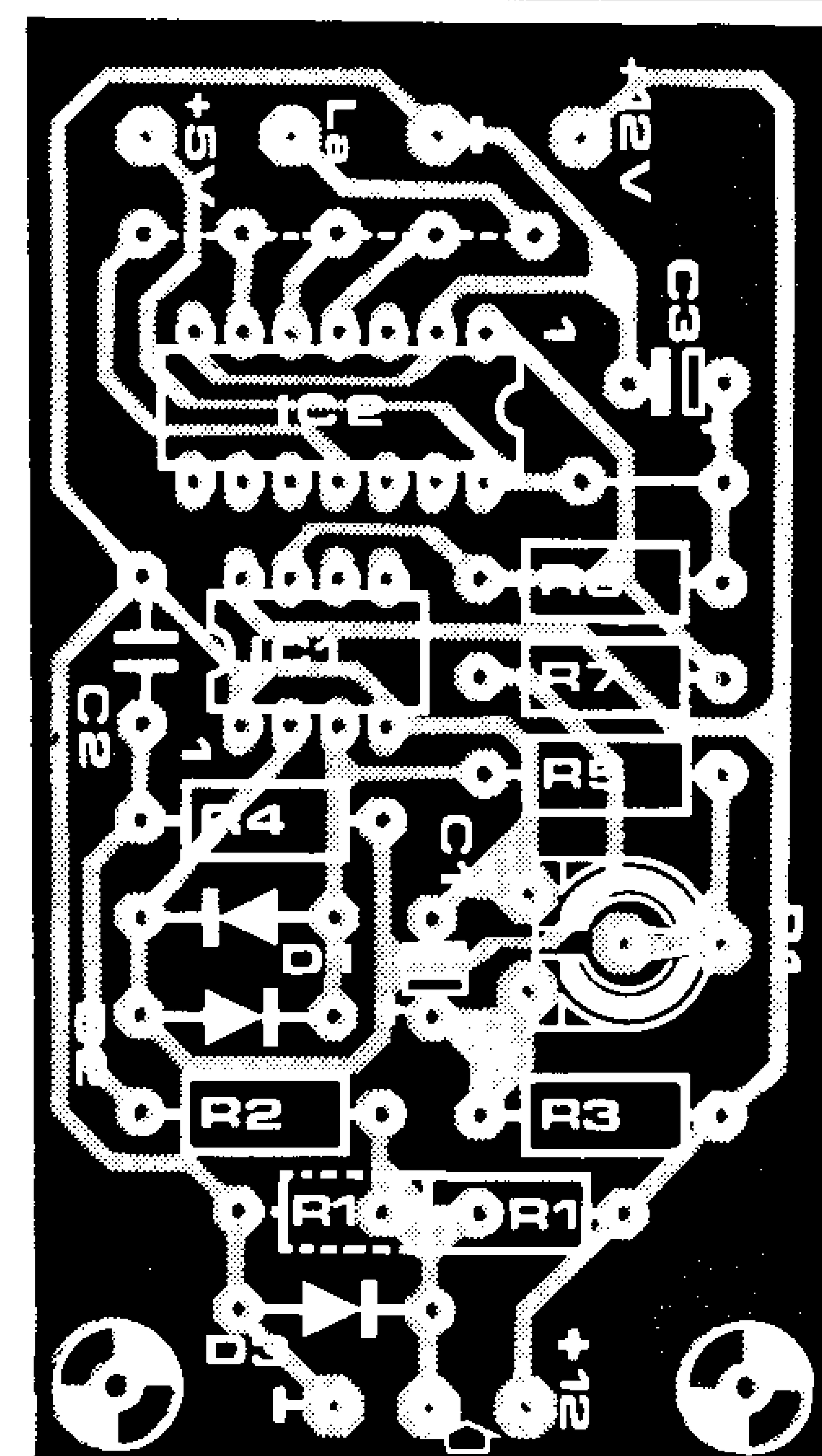


Figura 13b. Circuito impreso para el módulo 2.

A continuación se aplica a la entrada del módulo 1 la señal del generador (figura 12). Esta operación no es necesario hacerla con el coche en marcha, puede realizarse perfectamente en casa. Simultáneamente se aplicará a la entrada del módulo 3, una tensión continua igual a la que se midió en el curso de P1, es decir, 0,2 V. Para terminar, se ajustará P1 (del módulo 1) para obtener una medida en el visualizador igual a:

$$\frac{180\,000}{Y}$$

Donde Y es el número de impulsos por litro entregados por el captador de consumo.

Protección contra parásitos

Es de todos conocido el fenómeno de las perturbaciones o parásitos que se producen en el circuito eléctrico de un vehículo a motor, por tanto sólo diremos lo siguiente: si la protección incluida en el circuito no fuera suficiente, se deberá instalar un circuito supresor de parásitos como los utilizados en autoradios.

Otros captadores

Como se ha dicho en un principio, se podrá utilizar cualquier tipo de transductor siempre que se conozcan sus características, sin las cuales de nada servirán las fórmulas de cálculo dadas en este artículo. Repitiendo lo que decíamos en un principio, asegúrese de que el transductor adquirido es compatible y se adapta a su automóvil.

◼

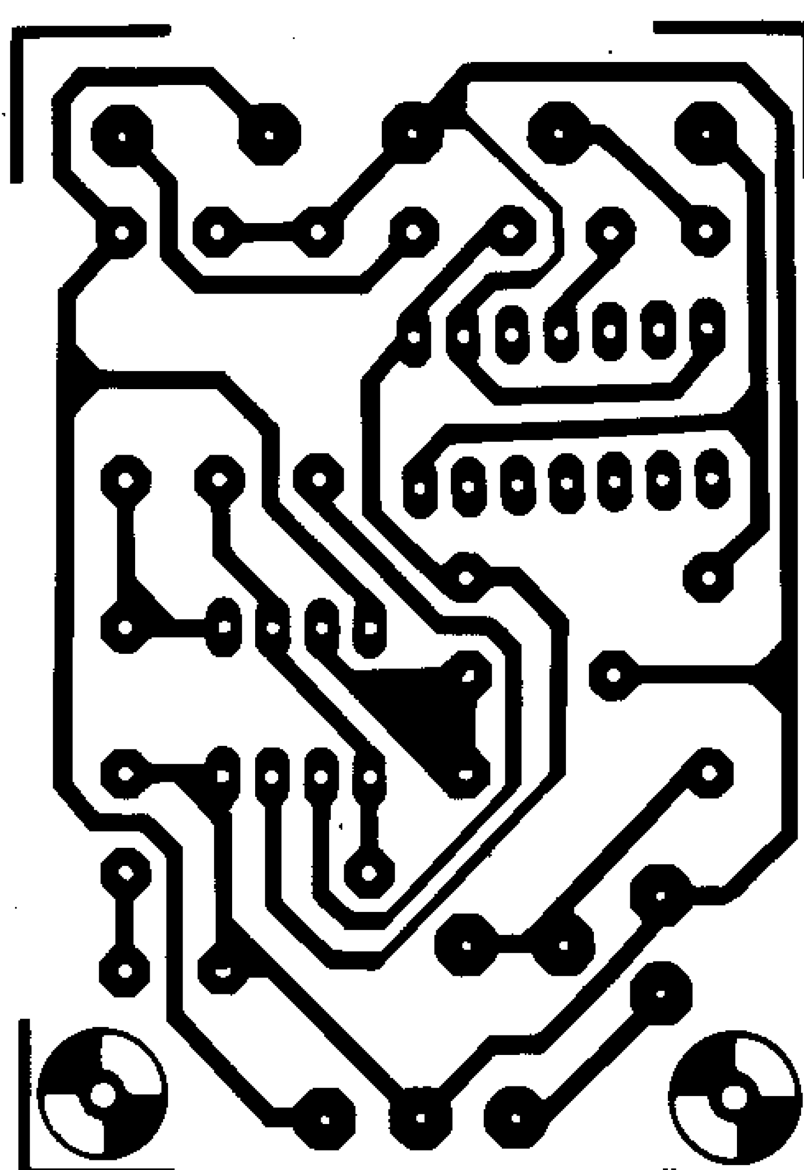
Lista de componentes del módulo 3
(figura 8)

Resistencias:
R1,R2 = 100 k
R3 = 47 Ω
R4 = 12 k
R5 = 6k8
R6 = 2k2
P1 = 47 k ajustable

Condensadores:
C1 = 100 n
C2 = 1 μ/16 V tántalo
C3 = ver texto

Semiconductores:
IC1 = LM 331, XR 4151
IC2 = 4024

13c



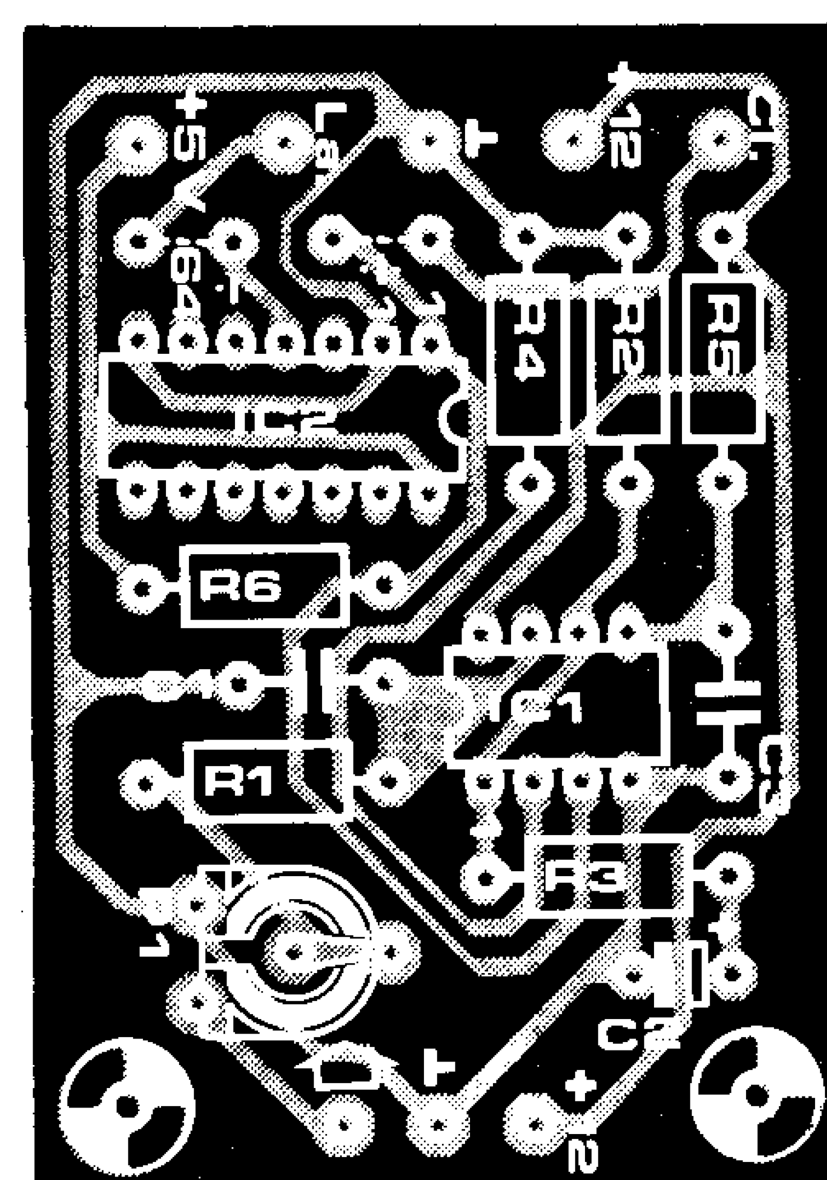


Figura 13c. Circuito impreso para el módulo 3.

Lista de componentes del módulo principal
(figura 9)

Resistencias:
R1,R2,R3 = 22 k
R4 . . . R11 = 18 Ω

Condensadores:
C1 = 68 n
C2 = 15 n
C3 = 3n3
C4,C6 = 10 μ/16 V tántalo
C5 = 100 μ/16 V

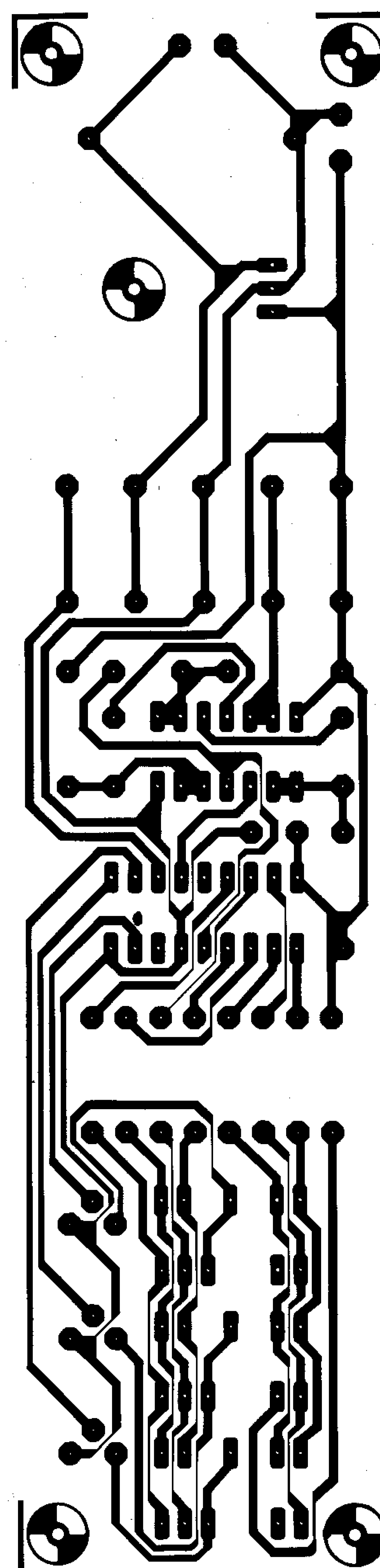
Semiconductores:
IC1 = 74C928
IC2 = 4093
IC3 = 7805
T1,T2,T3 = BC 141
Dp1 . . . Dp3 = MAN 4640A

Varios:
refrigerador para IC3

Bibliografía

Hojas de características de:
KDM-Elektronik GmbH, Postfach 150568. 8300 Nurenberg. RFA.
MULLER-Electronic GmbH, Postfach 1364. 4802 Hlle/Westf. RFA.
VDO Vertriebsgesell GmbH, Postfach 2220. 6332 Bad Soden 2. RFA.
FLOSCAN, ITM Mechanica, Straatweg 70. NL 3051 BJ Rotterdam. Holanda.

13d



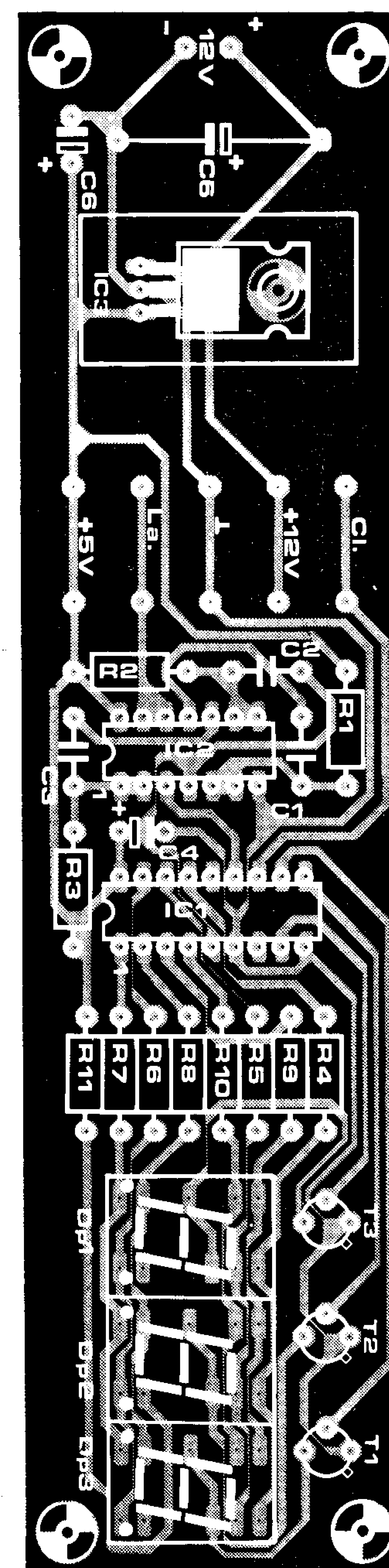


Figura 13d. Circuito impreso para el módulo principal (contador y visualizador).

control automático de la bomba de calefacción

una pequeña astucia y sus consecuencias económicas

Dado que el precio de la energía está en constante aumento, no es ninguna mala idea echar un vistazo a la cantidad de energía gastada por los «pequeños consumidores» de la casa. La bomba del sistema de calefacción central es ciertamente uno de los aparatos que pueden funcionar de una manera mucho más económica si se utiliza adecuadamente. Esto es así porque en la mayoría de los sistemas es necesario que la bomba esté funcionando constantemente incluso durante los meses de verano.

Poca gente se da cuenta de la cantidad de energía que consumen los aparatos que están constantemente en funcionamiento. Este artículo se refiere a la bomba de impulsión de agua en un sistema de calefacción central que utiliza el agua como medio de transporte del calor. En un sistema de este tipo, la bomba suele estar funcionando durante períodos muy largos y, paradójicamente, esto suele hacerse para economizar energía ya que como queda una importante cantidad de agua caliente en las tuberías al apagar el quemador, sería un verdadero despilfarro dejarla enfriar sin enviarla hacia los radiadores. Esto significa que la bomba debe continuar funcionando después de apagar la caldera. Asimismo durante el verano conviene que el agua, circule periódicamente por el sistema para evitar la oxidación y obstrucción de las tuberías. Esto supone una disminución en los años de duración de la bomba y, lo que es más importante, un aumento del consumo de electricidad. Por tanto será bienvenida toda solución que resulte más económica.

Cómo y por qué

La figura 1 muestra el tipo de calefacción central para el que se ha concebido este circuito de control. Se trata de una instalación muy sencilla en la que el termostato del ambiente enciende o apaga directamente los quemadores de la caldera. Aquí la bomba está funcionando constantemente de manera que después de la extinción de los quemadores, se sigue enviando el agua de la caldera hacia los radiadores. Pero, lógicamente al cabo de un cierto tiempo, resulta que el sistema comienza a funcionar al revés, de manera que el agua es calentada por los radiadores y enfriada en la caldera. En otras palabras, *el calor de la habitación es enviado al exterior a través de la chimenea.* Una solución evidente consiste en dejar la bomba en funcionamiento sólo un cuarto

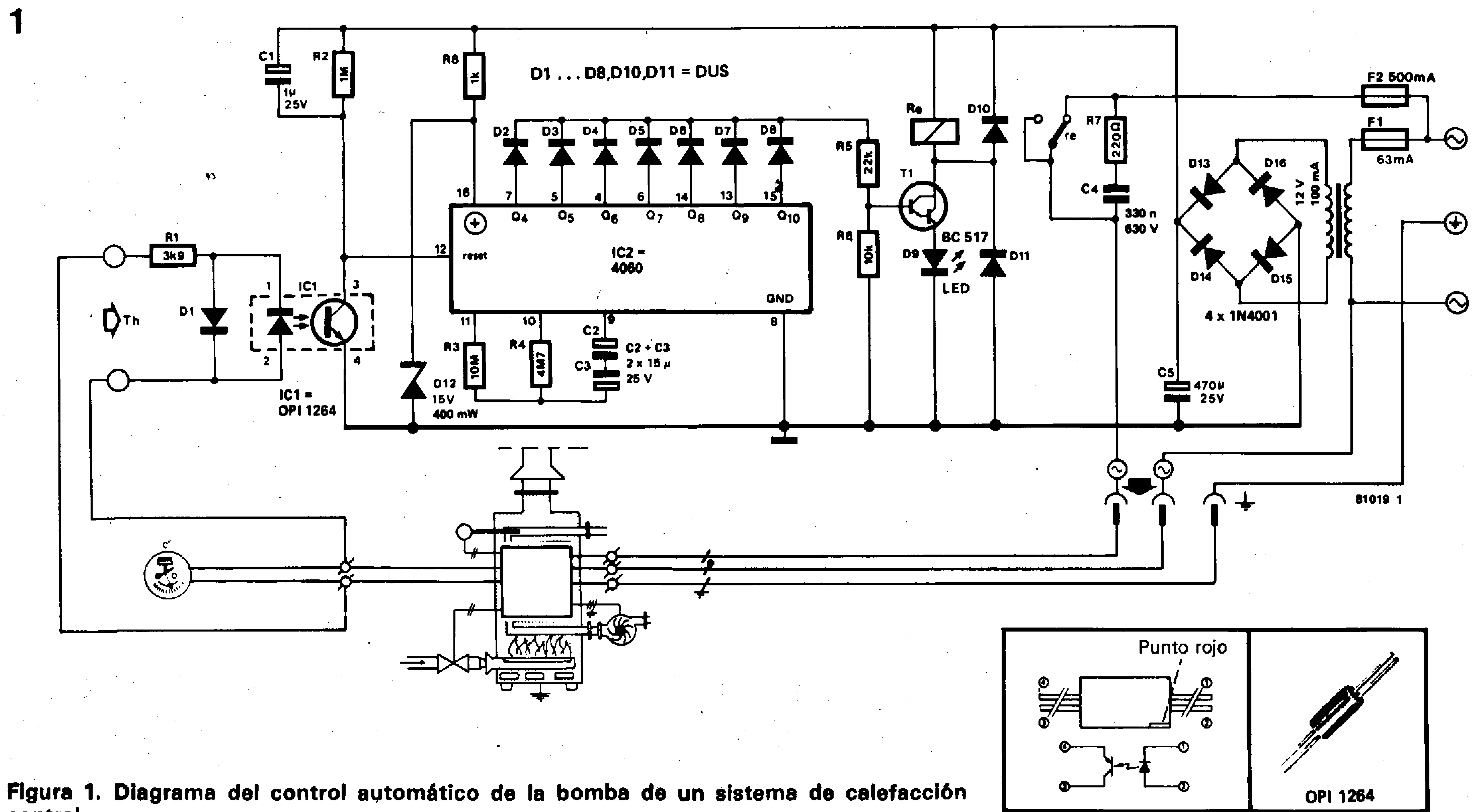


Figura 1. Diagrama del control automático de la bomba de un sistema de calefacción central.

2

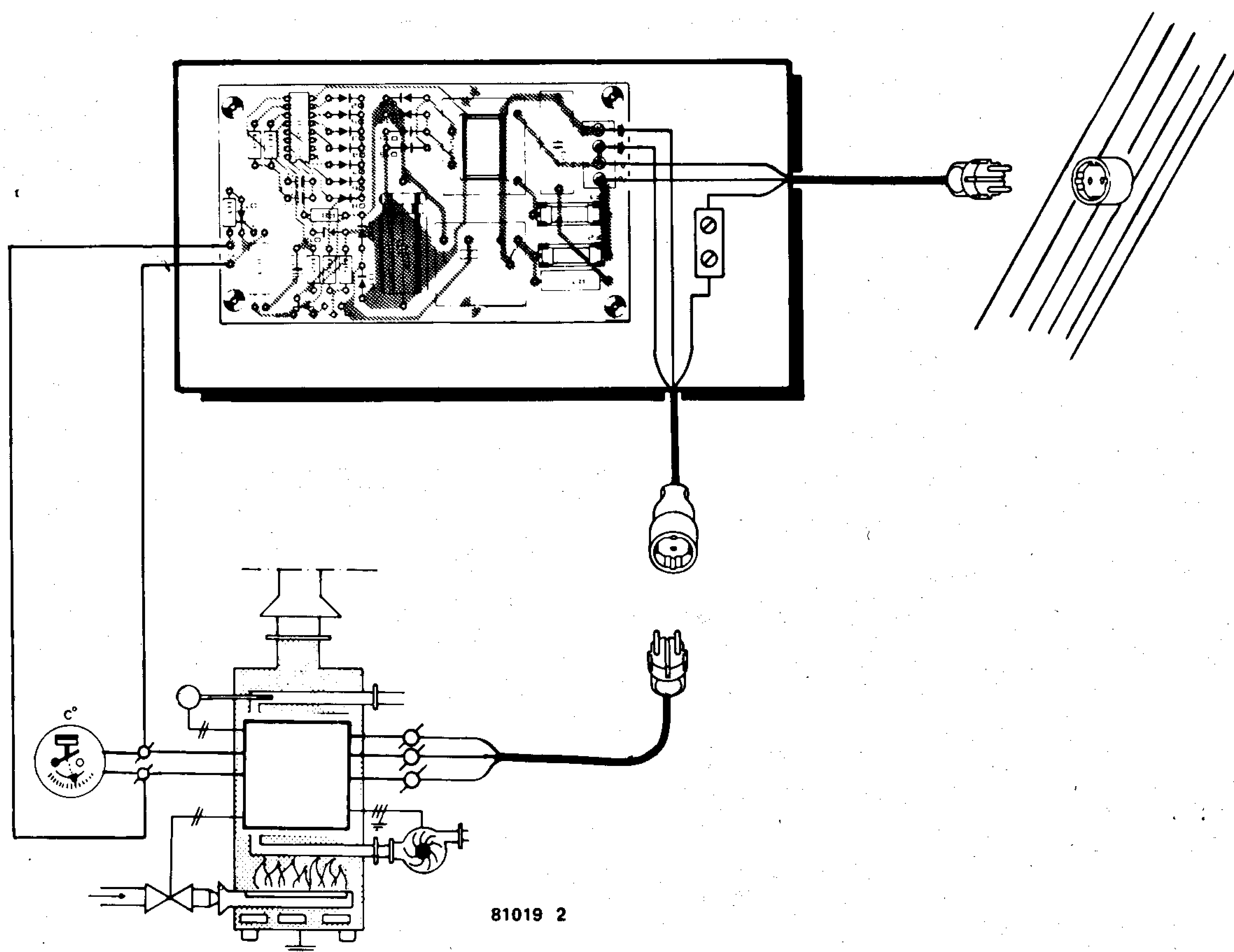


Figura 2. El sistema de calefacción central se conecta a la red a través del circuito de control de la bomba.

de hora después de apagar los quemadores. Si además se puede poner en funcionamiento la bomba de vez en cuando durante los meses de verano, para evitar oxidaciones, se habrá mejorado notablemente el sistema de calefacción central. Todo esto puede conseguirse con ayuda de un circuito relativamente sencillo.

Antes de entrar en el circuito propiamente dicho es preciso conocer las especificaciones que hay que tener en cuenta; por ejemplo, está totalmente prohibido modificar un sistema homologado como es la caldera de una calefacción central. Esto significa que sólo se puede añadir aparatos auxiliares en el circuito de alimentación y en los hilos que van al termostato de ambiente. Del mismo modo si es necesario añadir algún aparato auxiliar en el circuito de combustible éste debe estar homologado por la compañía suministradora (la compañía de gas o CAMPSA). Insistimos en este punto porque existen sistemas automáticos de control de la bomba que no cumplen estas normas y que pueden resultar peligrosos. En lo que concierne a la seguridad eléctrica, debe existir, por norma, una separación de al menos 8 mm. en la placa de circuito impreso, entre el circuito de 220 V y los circuitos de 24 V. Asimismo la tensión de aislamiento de los fotoacopladores debe ser de, al menos 4 kV. También es necesario que el sistema sea eléctricamente autoprotegido, es decir, que la caldera no puede entrar en funcionamiento si la bomba no funciona debido a una avería en el circuito. Aquí este problema esfa resuelto ya que en el sistema estudiado, la electroválvula de entrada de combustible se cierra automáticamente si la bomba no recibe tensión.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es si la caldera ofrece la posibilidad de un aparato de control como el que estamos considerando. Si la caldera no está conectada a la red mediante una toma de corriente normal existen grandes posibilidades de que no sea posible este tipo de modificación. En caso de duda, consulte a la compañía suministradora de combustible.

El circuito

La figura 1 representa el esquema del control automático de la bomba. Las bornas de entrada del circuito (Th) se conectan en paralelo con los contactos del termostato de ambiente. Si el interruptor del termostato está abierto existe una diferencia de tensión entre las dos bornas de entrada y el LED se enciende. Cuando el interruptor del termostato está cerrado sucederá evidentemente lo contrario. El LED constituye la entrada a un fotoacoplador de 4 kV de aislamiento.

La salida del fotoacoplador está formada por un fototransistor. Cuando el LED se ilumina este transistor entra en conducción de manera que la entrada de reposición (reset) de IC2 queda conectada a 0 V. Cuando la habitación donde está situado el termostato no tiene la temperatura correcta el contacto del termostato estará cerrado y el LED apagado de manera que el transistor no conducirá y la entrada reset de IC2 estará en estado alto. En este caso todas las salidas del circuito integrado serán bajas, T1 quedará en corte, el relé quedará en reposo y el LED D9 estará apagado. De este modo la bomba recibirá tensión de alimentación ya que la conexión a la red se realiza a través de los contactos normalmente cerrados del relé. Cuando se alcanza la temperatura seleccionada se ilumina el LED del fotoacoplador con lo que el fototransistor entra en conducción. Por tanto las salidas Q_0... Q_{10} se hacen secuencialmente altas a intervalos de tiempo fijados por la constante de tiempo RC de R3, R4, C2 y C3. Dado que las salidas Q_0 a Q_3 no se utilizan no sucederá nada hasta que se active Q_4. Mientras las salidas Q_4 a Q_{10} permanecen en estado bajo T_1 permanece bloqueado y el relé cerrado con lo que la bomba sigue funcionando. Es preciso esperar a que Q_4 pase al estado alto lo que requiere unos 15 minutos para que T_1 se haga conductor, el relé se abra y se interrumpa la alimentación de la bomba. IC2 es un contador binario y los 15 minutos son el resultado de contar hasta 8 en binario a la frecuencia de reloj (8 veces 1 minuto y 53 segundos es aproximadamente un cuarto de hora). Una vez Q_4 pasa a estado alto y la bomba ha dejado de funcionar, el circuito integrado sigue contando hasta que Q_{10} se hace alto después de lo cual todas las salidas pasan automáticamente a estado bajo. El ciclo completo ha durado 32 horas.

3

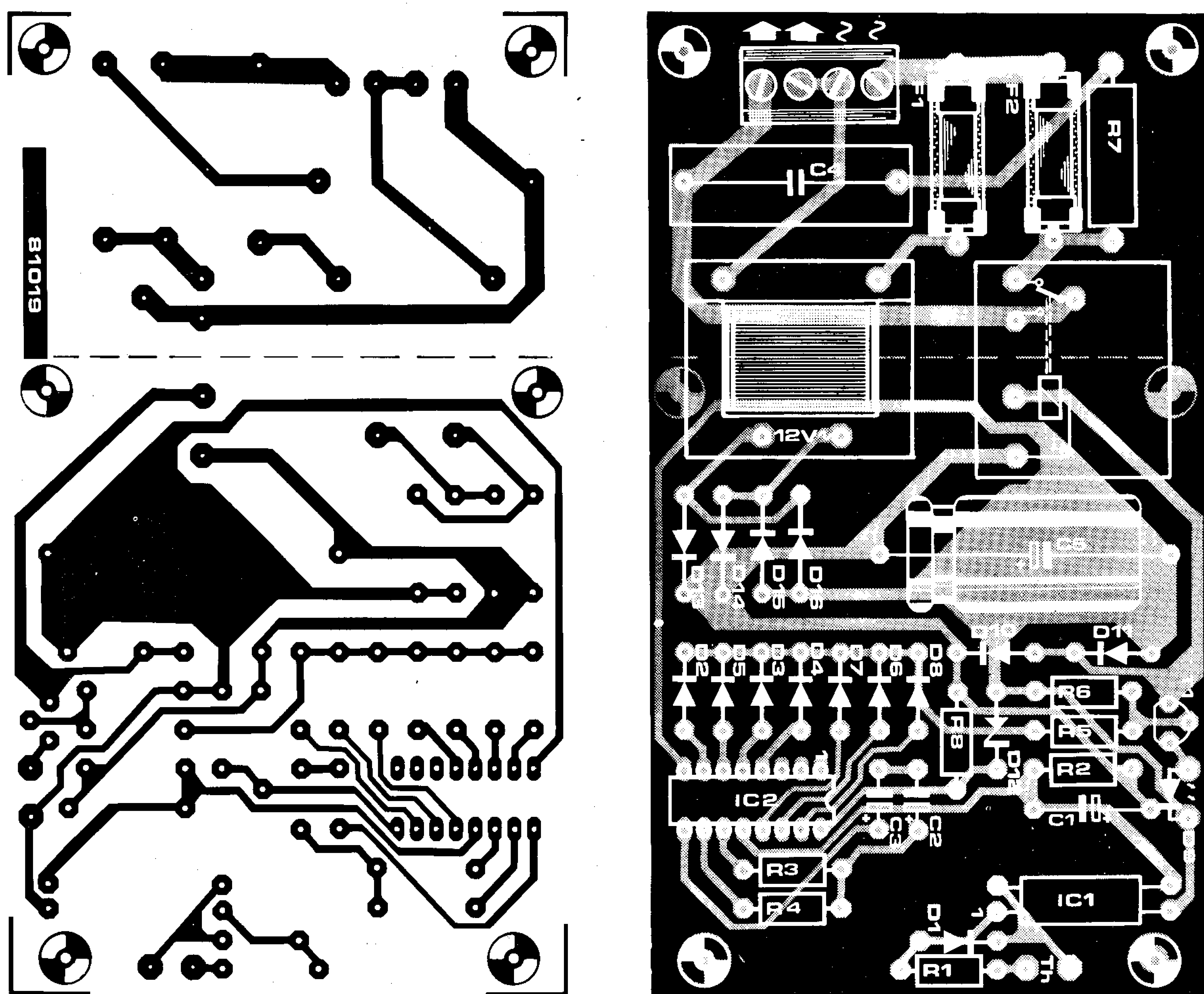


Figura 3. Distribución de las pistas y disposición de los componentes en la placa de circuito impreso.

Lista de componentes

Resistencia:
R1 = 3k9
R2 = 1 M
R3 = 10 M
R4 = 4M7
R5 = 22 k
R6 = 10 k
R7 = 220 Ω/1 W
R8 = 1 k

Condensadores:
C1 = 1 μ/25 V
C2,C3 = 15 μ/25 V
C4 = 0,33 μ/630 V
C5 = 470 μ/25 V

Semiconductores:
D1 . . . D8,D10,D11 = DUS
D9 = LED
D12 = diodo zener 15 V/400 mW
D13 . . . D16 = 1N4001
IC1 = OPI 1264
IC2 = 4060
T1 = BC 517

Varios:
secundario del transformador
12 V/100 mA
relé 12 V de un contacto normalmente cerrado
portafusibles para circuito impreso
fusible de 63 mA

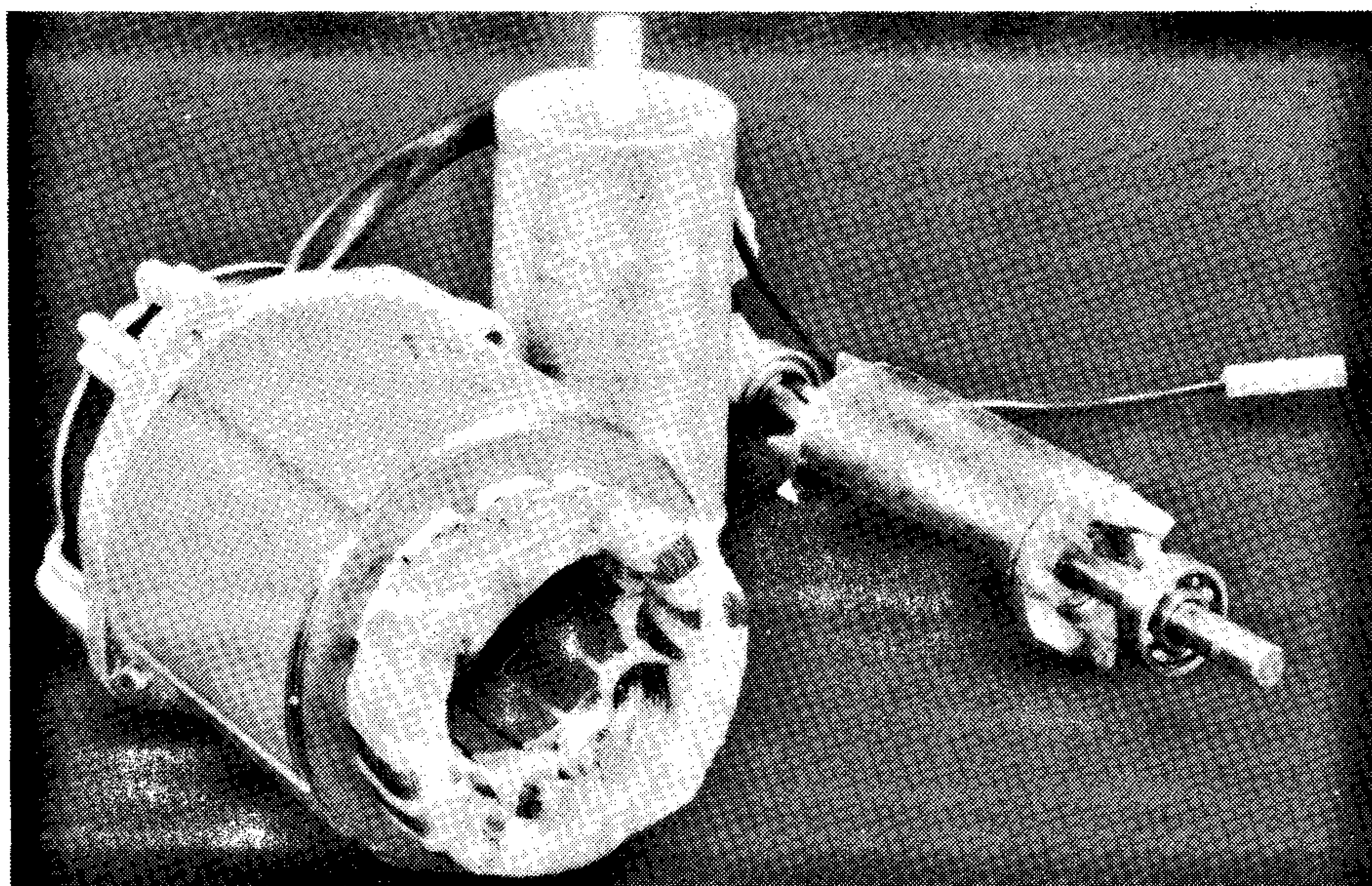
El contador empieza ahora un nuevo ciclo de contado pero como Q_0... Q_3 no se utilizan, la bomba funcionará durante otros 15 minutos. Con esta disposición, la bomba funcionará en verano un cuarto de hora cada 32 horas mientras que en invierno la habitación se enfriará mucho antes de que hayan transcurrido las 32 horas y el interruptor del termostato se cerrará antes de que finalice el ciclo de contado. En ese momento la entrada de reset (puesta a cero de IC2) se hace alta y se interrumpe el ciclo de contado, a la vez que todas las salidas del contador se hacen bajas y la bomba entra en funcionamiento.

Construcción

La figura 3 muestra la disposición de componentes en el circuito impreso de este dispositivo de control automático de la bomba de un sistema de calefacción central. En el circuito impreso pueden montarse todos los componentes incluído el relé (las distancias entre las pistas son acordes con las normas de seguridad). Si se dispone de otra fuente de alimentación se puede prescindir de la parte del circuito que contiene el circuito de alimentación. En ese caso puede cortarse la placa por la línea de puntos.
El LED D9 indica si la bomba funciona o no. Conviene por tanto montarlo de manera que sea fácilmente visible. Cuando está apagado la bomba está funcionando, mientras que cuando está iluminado, la bomba ha dejado de girar. Téngase presente que esta indicación sólo muestra el estado del relé y no permite detectar si se produce una avería en la bomba. El relé puede ser de un modelo de 12 V capaz de conmutar por lo menos 1 A.
La figura 2 indica el modo de conectar el circuito de control al sistema de calefacción central.
Nota: El lector puede preguntarse qué es lo que sucede una vez que el circuito de control ha desconectado la caldera ya que el transformador que suministra la tensión de 24 V al termostato está también desconectado. Obsérvese, sin embargo, que la red RC formada por R7 y C4 permite, ya que está montada en paralelo con los contactos del relé, la presencia de una cierta tensión a la entrada de la caldera. Esta tensión no es suficiente para iluminar el LED del optoacoplador y asegura el buen funcionamiento del circuito de control. Dependiendo del tipo de caldera será necesario aumentar el valor de C4. En ningún caso se disminuirá el valor de R1 ya que la corriente que se aplicaría a la electroválvula de entrada de combustible podría resultar demasiado elevada.

cómo reducir el consumo de los motores eléctricos

¿Sabía Vd. que se puede economizar hasta un 50 por 100 de la energía consumida por un motor? Parece increíble, pero es totalmente cierto. Si aprendemos a mejorar el ángulo de fase de los motores eléctricos, conseguiremos extraordinarios porcentajes de ahorro energético, sin tener que montar o desmontar nada. A primera vista puede parecer que este sistema es más apropiado para equipos industriales que para aplicaciones domésticas, ¡nada más incierto!, recuerde Vd. que la mayor parte de la energía consumida en el hogar se debe a electrodomésticos que incorporan un motor eléctrico (lavadoras, frigoríficos, depuradoras de piscinas, aspiradoras, acondicionadores, lavavajillas, ventiladores, etc.).



Cuando se diseña un aparato equipado con un motor eléctrico, se hace pensando en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, como por ejemplo, las caídas de tensión de red, que pueden alcanzar el 10 por 100. Esto obliga, frecuentemente, a sobredimensionar los motores con el fin de disponer bajo cualquier circunstancia de un margen de potencia seguro, que permita un funcionamiento normal. Podemos, por tanto, pensar (existen lamentables excepciones) que en general todos los motores están más o menos sobredimensionados. Esto quiere decir, que estos motores casi nunca alcanzan su máximo grado de rendimiento, con lo que irremisiblemente se pierde una gran cantidad de energía en forma de calor. El factor que regula tales pérdidas de energía es el *ángulo de fase* entre la corriente y la tensión, también llamado *coseno de fi* (cos). Haciendo que este parámetro sea lo más próximo posible a 1, se podrán conseguir notables reducciones del consumo. Lógicamente, si un motor trabaja a pleno rendimiento (100 por 100 de la potencia nominal) no se conseguirá nada, por el contrario con motores descargados pueden conseguirse ahorros de hasta el 50 por 100. Este problema es de sobra conocido por los diseñadores industriales, sin embargo el montaje que propone este artículo difiere sensiblemente de los procedimientos empleados hasta hoy.

Nosotros vamos a atacar el mal directamente en su origen, es decir en el ángulo de fase donde y cuando no sea el óptimo, en lugar de corregir el mal ya producido con grandes condensadores conectados en paralelo con el motor.

Cómo funciona un motor eléctrico

Aunque no es posible emplear este sistema de ahorro energético en todos los tipos de motores, afortunadamente para nosotros, la mayor parte de los motores que equipan los electrodomésticos son del tipo adecuado para aplicar nuestro montaje. Es decir son motores con rotor en cortocircuito.

Estos motores se componen de un cierto número de bobinados que producen un campo magnético rotativo. Sobre el eje del motor, se encuentra un núcleo de hierro que tiene la función de «focalizar» dicho campo magnético. En este núcleo se encuentran incrustadas uniformemente una serie de barras de cobre conectadas entre sí por sus extremos, mediante anillos del mismo material.

Este tipo de motor se puede considerar como un transformador cuyo primario fueran los bobinados del estator (la parte del motor que no gira) y el secundario el rotor (parte que gira). Este «transformador» presenta una particularidad, y es que su arrollamiento secundario está cortocircuitado, puesto que todas las piezas de cobre del rotor se encuentran eléctricamente unidas entre sí (por los anillos). Como en cualquier transformador, si aplicamos una tensión en el primario (inductor), el campo magnético producido inducirá una tensión en el secundario (inducido). Pero como hemos dicho antes, el secundario está cortocircuitado, por lo que su resistencia es muy pequeña y se genera una corriente muy elevada.

Según las leyes de Faraday, todo conductor atravesado por una corriente y situado en un campo magnético, está sometido a una fuerza de sentido perpendicular al plano formado por los vectores de la corriente y el campo. Esta fuerza en la práctica actúa sobre cada una de las barras de cobre del rotor, en una sola dirección, motivo por el cual este comienza a girar.

El campo magnético creado por el primario, no es estático; gira a una velocidad determinada por la frecuencia de la tensión de red y el tipo de bobinado (número de polos del motor). En cualquier caso esta velocidad es constante, por lo tanto sobre el rotor quedará aplicada continuamente una fuerza que hará aumentar paulatinamente su velocidad.

Cuando la velocidad del rotor se iguala a la del campo giratorio, este último queda inmóvil en relación al rotor, es decir, para un observador que girara a la misma velocidad del campo, el rotor se vería inmóvil. Dado que sólo se induce corriente cuando el conductor se mueve con respecto al campo (o al contrario, cuando el campo se mueve con respecto al conductor, que es nuestro caso), al igualarse las velocidades no existirá tensión inducida en el rotor y no actuará ninguna fuerza magnética sobre él. En estas condiciones, la velocidad del rotor comienza a disminuir (debido al rozamiento), con lo cual se establece nuevamente una diferencia de velocidades entre el campo magnético y el rotor, reapareciendo la fuerza magnética sobre éste. Es obvio que en realidad, las cosas suceden de forma más rápida y compleja de lo que acabamos de decir.

En un motor sin carga, la velocidad del rotor es prácticamente igual a la del campo, y la fuerza ejercida por éste es pequeña (sólo la necesaria para vencer los rozamientos). En carga, por el contrario, el par de giro debe aumentar proporcionalmente con la fuerza que se le opone, lo cual sólo es po-

sible si el rotor va reduciendo su velocidad con respecto al campo giratorio (éste proceso dura hasta que se alcanza el equilibrio entre carga y fuerza magnética).
En la figura 1 se muestra la curva que relaciona la velocidad de rotación y la carga del motor. La diferencia entre el número de vueltas del motor y el campo se conoce como *deslizamiento* y suele expresarse en tanto por ciento. Cuando un motor gira en vacío, este parámetro suele ser muy pequeño, aumentado a medida que aumenta la carga. Obviamente, si la carga sobrepasa la potencia nominal del motor, la velocidad del rotor decrecerá hasta hacerse cero; en este caso se dice que el campo giratorio se «desengancha» del rotor, y la energía eléctrica entregada por el primario (estator) se disipa en forma de calor.
Generalmente, los motores se diseñan de forma que se obtenga su par máximo a número alto de revoluciones (curva A), que generalmente coincide con un deslizamiento comprendido entre el 5 y el 10 por 100; sin embargo a veces se precisa que el par máximo se produzca a un número bajo de revoluciones (curva B), como por ejemplo, en el motor de los ascensores.

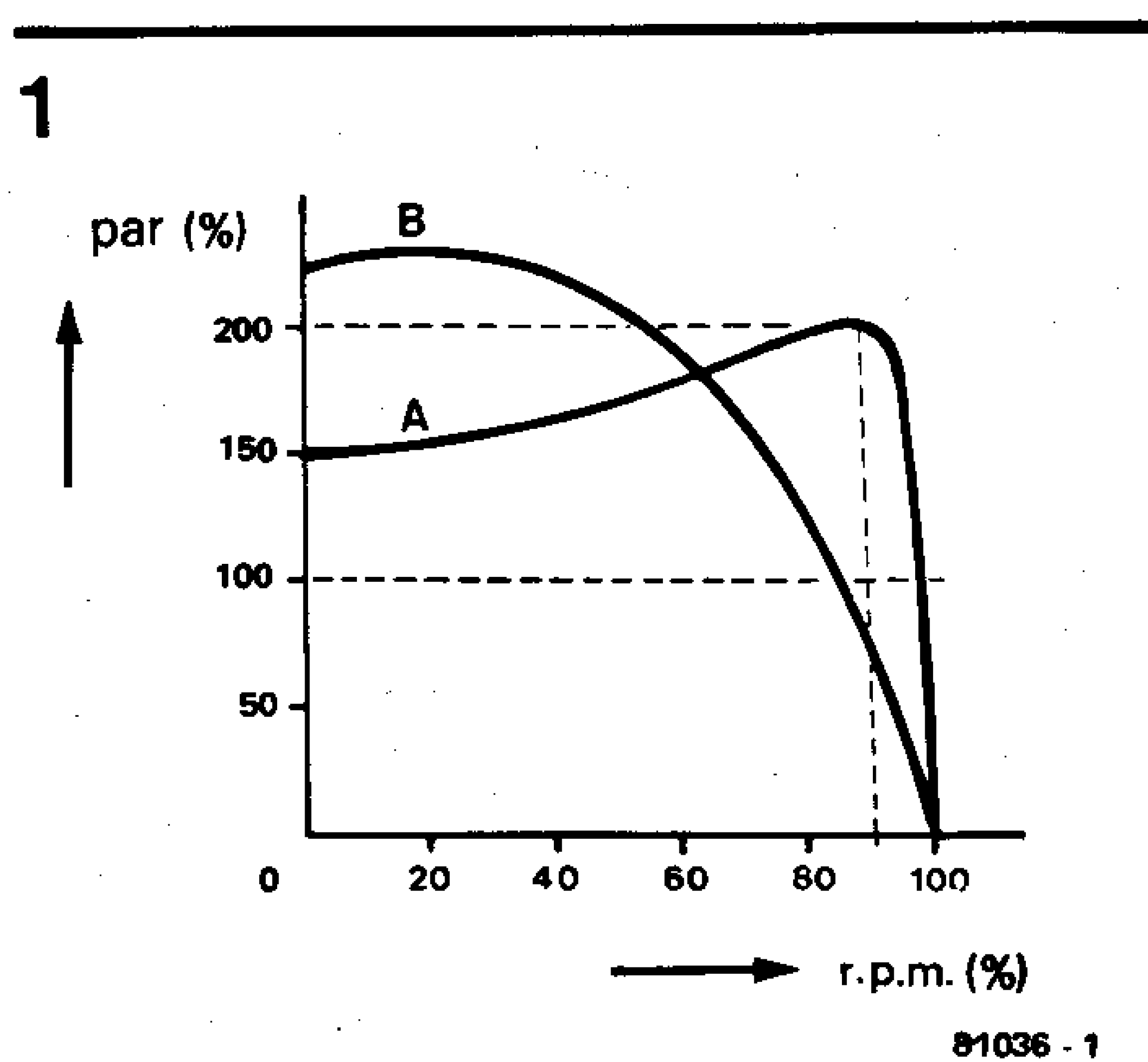


Figura 1. Estas dos curvas ponen de manifiesto la relación que liga el número de vueltas y el par máximo. La carga máxima tolerada por el motor en condiciones normales, corresponde a una tasa del 100 por 100. La curva A pertenece a la mayoría de los motores eléctricos y por lo general son difíciles de regular. Por el contrario, el circuito actuará eficazmente sobre motores que presentan una curva como la B.

Cómo se puede ahorrar energía

Hasta ahora sólo hemos hablado del funcionamiento de los motores comparándolo con el de un transformador, veamos ahora las causas que producen la pérdida de energía en los motores de rotor en cortocircuito, y cómo poder evitarlas.
Como sabemos, la tensión aplicada al arrollamiento primario es alterna, lo cual produce un campo magnético igualmente alterno. Este campo magnético se va «depositando» (almacenando) en el núcleo del transformador a medida que aumenta, liberando la energía almacenaca cuando empieza a decrecer. Esto produce en los arrollamientos un defase de 90° entre la corriente y la tensión, aunque en la práctica este ángulo es inferior, debido a las pérdidas (en el núcleo, en los hilos, etc.). En un transformador las pérdidas son debidas a la magnetización del núcleo y a la resistencia de los devanados. Cuando el transformador está en vacío las pérdidas suponen el 100 por 100 de la potencia consumida, mientras que a plena carga suponen un mínimo porcentaje.
En el caso de un motor ocurre lo mismo: la energía consumida en vacío se emplea en compensar las pérdidas del propio motor y sólo se alcanza el máximo rendimiento cuando este soporta la carga nominal.
Sin embargo, no hemos abordado hasta ahora un factor importante: el coseno de «φ» (cos φ). Este parámetro expresa el ángulo de desfase entre la corriente y la tensión en el motor, en otras palabras, es la relación entre la potencia consumida por el motor (potencia aparente) y la que realmente se aprovecha transformándose en energía mecánica (potencia activa).
Resumiendo estos conceptos en una fórmula:

$$P_{activa} = P_{aparente} \cdot \cos\varphi.$$

Siendo:
$P_{aparente}$ = Tensión x Intensidad.
Cuando la corriente y la tensión están defasadas 90° toda la energía consumida por el motor es restituida (excepto las pérdidas en el hierro o en los hilos) íntegramente a la red. Si nos fijamos en la fórmula anterior, aun cuando la tensión e intensidad sean distintas de cero, la potencia eléctrica transformada en mecánica por el motor es nula, puesto que cos 90° = 0. Esto es debido a que la energía eléctrica se emplea únicamente en crear un campo magnético que al desaparecer la devuelve a la red, pero con una intensidad 90 grados retrasada respecto a la tensión. En términos sencillos se podría decir: cos φ, es el factor que indica la parte de la energía consumida por el motor que realmente se está transformando en energía mecánica.
De todas estas consideraciones teóricas podemos deducir lo siguiente: el rendimiento óptimo se consigue cuando el motor trabaja con un cos φ lo más próximo posible a 1 (o sea: φ casi cero), y este valor se mantiene constante.
En la figura 2 se muestra un circuito capaz de medir y ajustar el cos φ simplemente variando la tensión aplicada al motor.
Otra posibilidad para hacer constante (y alto) el cos φ es variando la velocidad de giro para que el motor trabaje siempre con una carga constante.

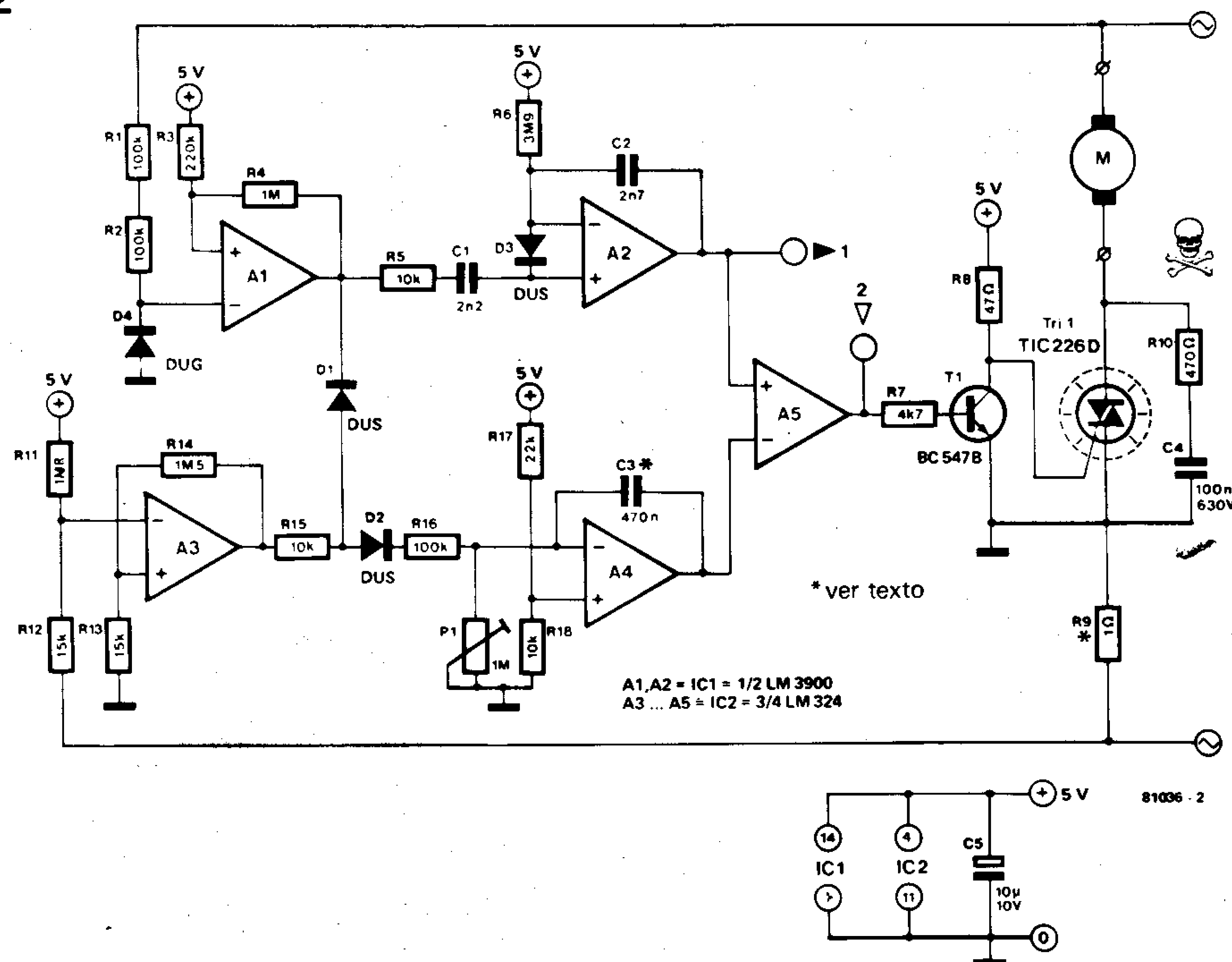


Figura 2. Este circuito es particularmente indicado para realizar las primeras experiencias en el control de motores. Será indispensable un osciloscopio si queremos visualizar las señales en los diferentes puntos del circuito.

El circuito

El circuito de la figura 2, permite realizar interesantes experimentos con motores en los que la carga es más o menos constante, o bien no sufre variaciones bruscas, ya que el circuito podría no actuar frente a estos cambios repentinos, debido a la limitación en el tiempo de respuesta. Para comprenderlo mejor, estudiemos el circuito más de cerca.
En primer lugar diremos que los cuatro amplificadores operacionales están contenidos en un solo integrado: el LM 3900.
A3 trabaja como medidor de corriente. La resistencia R9 produce una caída de tensión que se transforma en una onda cuadrada y después de pasar por A3 se compara con la señal obtenida de A1, que transforma la corriente alterna de la red en una onda también cuadrada. A continuación del diodo D2 aparece una tensión, cuyo nivel está en relación al ángulo de defase entre la tensión y la corriente en el motor. Esta tensión es integrada por A4 (durante varios períodos de la red) y comparada por A5 con una señal en diente de sierra generada por A2. A5

a su vez se encarga de controlar el triac a través del transistor T1.
Estudiemos ahora el circuito utilizando el diagrama de la figura 3 en el que se aprecia las formas de onda de las señales que recorren el circuito. Se generan dos señales cuadradas; una a partir de la tensión y otra de la corriente. Cuando estas señales están simultáneamente a nivel alto, A4 recibe en su entrada un impulso cuya duración es proporcional a el ángulo de defase entre corriente y tensión. A la entrada no inversora de A4, se aplica una tensión que es aproximadamente la tercera parte de la de alimentación, mientras que a la entrada inversora le llega (a través de D2) una señal cuadrada cuyo valor medio depende de la longitud de los impulsos generados por A3, o lo que es igual, del defase entre la corriente y la tensión en el motor. A la salida de A4, aparece una tensión que permanece constante siempre que el valor medio de la tensión cuadrada aplicada a su entrada inversora sea igual a la tensión presente en la entrada no inversora. Si el ángulo de fase disminuye (el coseno y la carga, aumentan), el valor medio de la señal cuadrada disminuirá también, aumentando por consecuencia la tensión a la salida del integrador, lo cual produce un aumento de excitación del triac, aumentando la potencia que le llega al motor. Este proceso continúa, hasta que las tensiones en la entrada del integrador recuperan sus valores iniciales. Teniendo en cuenta el tiempo de actuación del regulador, la respuesta puede considerarse lenta, razón por la cual el circuito no actúa ante variaciones repentinas de la carga (ni del ángulo de fase). El valor de la resistencia R9 depende de la corriente consumida por el motor. La caída de tensión en esta resistencia, es aproximadamente de 0,35 V (efectivos), lo cual es suficiente para alimentar la entrada de A3; en cualquier caso debe ser comprobada con un voltímetro. P1 se emplea para ajustar el ángulo inicial de fase. Este ajuste se hará muy lentamente, debido a la incercia del integrador, en el que C3 determina la constante de tiempo, o tiempo de respuesta. Si el motor no gira con regularidad, se aumentará el valor de este condensador.

Conclusión

Como en otros muchos casos, la electrónica pone a nuestro alcance los medios para ahorrar energía de forma fácil y barata. Sin embargo para las pruebas y ensayos recomendamos que se hagan con un motor viejo, puesto que ajustes incorrectos pueden sobrecalentarlo. Es decir, hasta que no estemos seguros de que el circuito funciona correctamente, no lo conectaremos a ningún electrodoméstico en uso.
Esperamos que en poco tiempo aparezca un circuito integrado que reuna y simplifique los componentes necesarios para realizar un circuito de control como el aquí descrito.
El principio de funcionamiento de este circuito, fue inventado por Mr. Nola, antiguo colaborador de la NASA, que evidentemente debe tener los derechos de patente sobre el mismo.

3

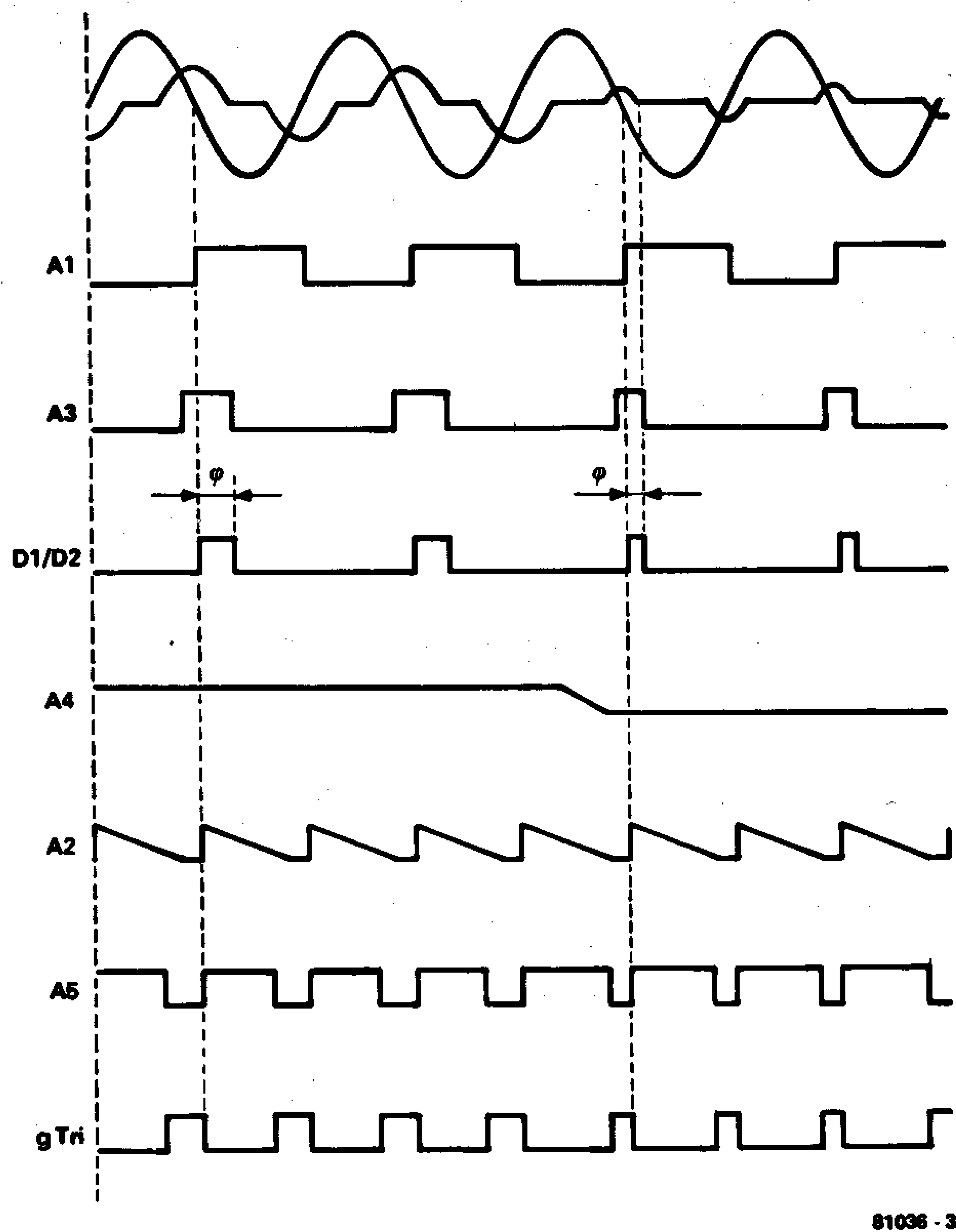


Figura 3. Estas señales pertenecen al circuito de la figura 2. Sólo aparece un cambio de estado en la salida de A4 debido a que sólo se han dibujado cuatro ciclos de la señal de red; un diagrama completo debería incluir diez ciclos.

4

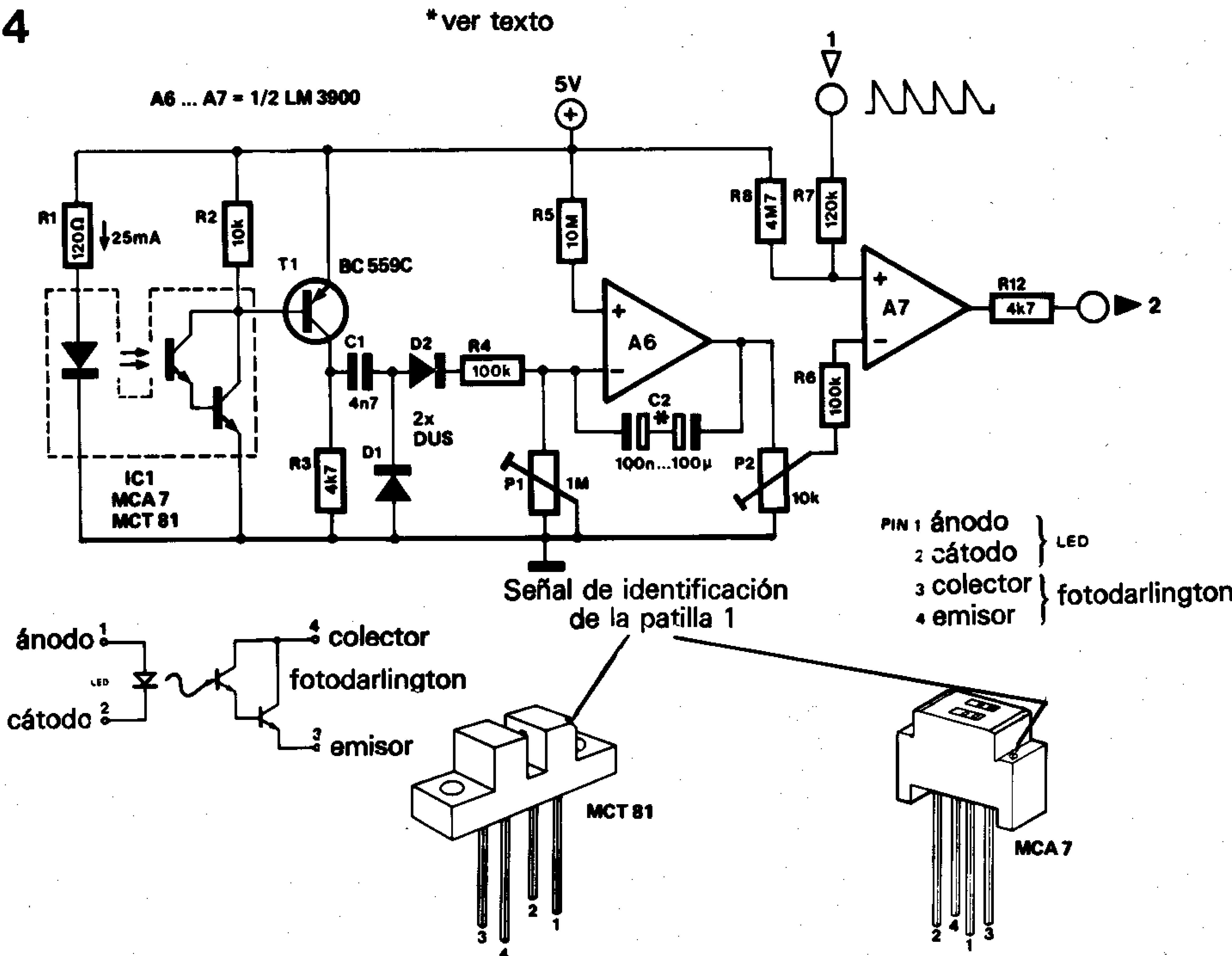


Figura 4. Conectando este circuito en los puntos indicados de la figura 2, se consigue una regulación continua de velocidad. En este caso habrá que instalar un medidor tacométrico en el eje del motor. Para el prototipo de nuestro montaje hemos utilizado un disco dividido en zonas negras y blancas, que reflejan intermitentemente la luz emitida por el LED del optoacoplador sobre el foto-darlington (el número de intermitencias es proporcional a la velocidad de giro). P1 permite regular la velocidad, y P2 el número máximo de vueltas. C1 limita la frecuencia de entrada a 150 Hz para un valor de 4n7. Para una frecuencia doble se reducirá el valor a la mitad (2n3). C2 determina la constante de tiempo del circuito; su valor exacto se obtendrá experimentalmente (El valor adecuado será cuando el motor gire regularmente). Si fuera preciso un valor elevado par C2, se conectarán dos condensadores electrolíticos en serie unidos por el polo positivo, tal y como indica el esquema.

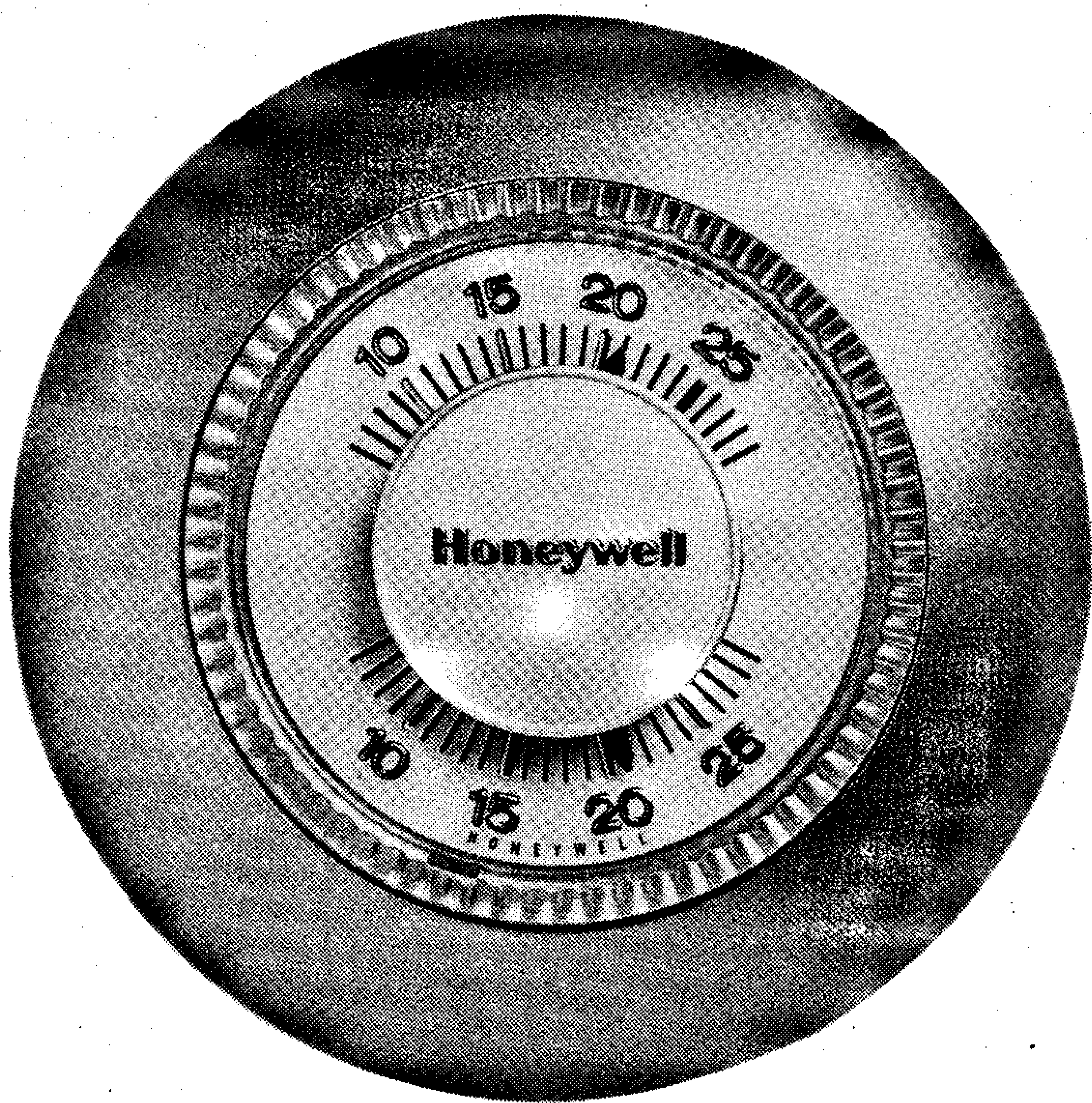
conozca su sistema de calefacción central

En estos tiempos de crisis energética, en los que a búsqueda de sistemas para reducir el consumo de energía está a la orden del día veamos cuales con las causas que producen las pérdidas de energía en un sistema de calefacción central antes de aplicar algún remedio electrónico «de los muchos que existen». En muchos casos no sería difícil economizar una cantidad de energía considerable utilizando simplemente medios convencionales. En primer lugar, es preciso que las diversas unidades que componen el sistema de calefacción estén correctamente adaptadas entre sí, para después, tratar de acoplar el sistema a nuestras características particulares.

Ahora que estamos acostumbrados a vivir rodeados de aparatos de gran complejidad, la descripción del funcionamiento de un sistema de calefacción central, puede que nos resulte deliciosamente simple. ¿Qué puede decirse sobre este tema que resulta interesante? Veámoslo. Un sistema de calefacción central se compone de una caldera, en la que se calienta el agua, una bomba que hace llegar el agua caliente a los radiadores que hay distribuidos en la casa (estos radiadores actúan como cambiadores de calor, cediendo al aire la energía calorífica transportada por el agua) y finalmente, un termostato que se encarga de apagar la caldera cuando se alcanza la temperatura ambiente elegida, y de encenderla cuando dicha temperatura es inferior al valor deseado.

Centremos nuestra atención en este dispositivo: el termostato. En general, se trata de un aparato poco conocido y no son muchas las personas que conocen la existencia de los diversos tipos de termostatos y sus diferentes características.

A título informativo diremos que existen tres clases de termostatos: neumáticos, electrónicos y electromecánicos, existiendo diversos tipos dentro de cada clase. En general, para las calefacciones, se han venido utilizando, hasta ahora, termostatos electromecánicos de tipo todo/nada (un contacto se abre o cierra según la temperatura ambiente sea superior o inferior al valor previamente fijado en el termostato) en su doble versión de termostato de ambiente (o murales) y de radiador; ambos con o sin elementos de precalentamiento regulable. En encuestas recientes se ha demostrado que en la mayoría de los casos el termostato utilizado no es el adecuado o está mal adaptado al sistema de calefacción utilizado. Prestemos algo más de atención a estos dispositivos.



Termostato de ambiente

Los termostatos de ambiente se dividen, principalmente, en dos grupos, atendiendo a la disposición de sus contactos: de dos hilos y de tres hilos (más adelante veremos algunas diferencias entre estos modelos), siendo el de dos hilo el más conocido y utilizado. Ambos modelos contienen un captador de temperatura y un interruptor. El captador de temperatura es, generalmente, una lámina bimetálica, y el interruptor es en bastantes casos un contactor de mercurio. La caja del termostato, está diseñada de tal forma, que el aire cuya temperatura se quiere controlar puede circular libremente alrededor del sensor. Si la temperatura de la habitación desciende por debajo de un cierto valor (preselecionado), el interruptor se cierra poniendo en marcha la caldera; por el contrario, cuando la temperatura ambiente sobrepasa el valor seleccionado con anterioridad, el interruptor se abre, con lo cual la caldera se apaga.

En la práctica existe una cierta diferencia de temperatura entre los puntos de funcionamiento **marcha** y **paro** de la caldera (1 ó 2 grados) que habitualmente es demasiado grande. En el momento en que se corta la caldera, una considerable cantidad de calor sigue «en camino» hacia los radiadores, de forma que la temperatura de la habitación sigue aumentando durante un cierto tiempo (hasta que deja de llegar el agua caliente de la caldera). Contrariamente, cuando la caldera se pone en marcha, es decir, cuando el termostato enciende la caldera, evidentemente sucede lo contrario y el ambiente sigue enfriándose un cierto tiempo, a pesar de estar en funcionamiento la caldera. Esta inercia térmica del sistema, acarrea importantes y no deseables, fluctuaciones de temperatura en las habitaciones, como se muestra en la curva de la figura 1.

El valor seleccionado en el termostato es aquí de 20° C. Los puntos de conmutación **marcha y paro** son respectivamente de 19,5° y 20,5° C. Si se interrumpe el calentamiento del agua cuando la temperatura ambiental (de la habitación) es de 20,5° C. ésta seguirá aumentando, debido al agua caliente que aún circula por los radiadores hasta aproximadamente 22° C. En el momento que la caldera se pone en marcha, sucede lo contrario, de manera que la temperatura de la habitación oscila constantemente entre 18 y 22 grados. Para aproximar lo más posible los puntos de funcionamiento de **marcha** y **paro** se ha incluido, junto al elemento sensor, un **dispositivo de anticipación de calor** (o precalentadores), que per-

mite dosificar con bastante exactitud la cantidad de calor suplementario. El resultado de esto es que la bilamina alcanza antes la temperatura de parada, interrumpiendo el calentamiento del agua de la caldera. El termostato, en este caso, se puede denominar de tipo «inteligente», ya que tiene en cuenta los efectos de inercia térmica. La curva A de la figura 1, muestra la reducción de las fluctuaciones de temperatura cuando se utiliza un termostato con precalentamiento: mientras que un termostato ordinario conmuta dos veces (en los dos sentidos) por hora, el termostato «inteligente» lo hará seis veces. Con esto se consigue una temperatura en las habitaciones más estable y próxima al valor elegido.
Veamos ahora las características y diferencias de los termostatos de dos y tres hilos. En el de tres hilos el sistema de anticipación de calor está conectado en paralelo con el circuito de control. En el de dos hilos sucede lo contrario y el circuito de anticipación está conectado en serie con el de control, de forma que la corriente que atraviesa el circuito de precalentamiento también fluye por el circuito de control de la caldera (por ejemplo la bobina de una electroválvula que permite o no el paso de combustible al quemador). Puesto que la corriente consumida por el circuito de control varía según el sistema de calefacción, será preciso regular el dispositivo de precalentamiento para asegurar que la conmutación se produce en el momento adecuado. Los termostatos de tres hilos incorporan un dispositivo de regulación que viene ajustado de fábrica, mientras que en los de dos hilos puede elegirse entre modelos preajustados por el fabricante y modelos ajustables. Los modelos no ajustables se destinan a sistemas específicos, indicándose en el aparato la corriente que debe consumir el circuito de control para el que están destinados. (Algunos de los termostatos no ajustables disponen de un sistema para regular la tensión a fin de que el calor producido sea independiente de la corriente que circule por el circuito de control atraviesa la electroválvula).
En el modelo regulable la corriente consumida se puede ajustar mediante una pequeña palanca, como puede verse en la figura 2.
La escala de ajuste varía según el fabricante, pero normalmente es de 0,1 a 1 Amp.
Sopesando los pros y contras de ambos sistemas, se llega a la conclusión de que los termostatos de dos hilos con sistema de precalentamiento ajustable posee importantes ventajas, como por ejemplo, que son compatibles con todos los tipos de calefacción central, de forma que si se cambiara la caldera sólo sería necesario reajustar el dispositivo. Por otra parte, siempre permiten mejorar el rendimiento de la instalación de calefacción existente en el caso de no estar ajustada correctamente.

Elección del mejor sistema

Todo lo dicho anteriormente no implica de ninguna manera que para hacer funcionar correctamente un sistema de calefacción central baste con utilizar un buen termostato de ambiente: en la práctica es bastante difícil encontrar una buena solución entre el confort y la economía.
Consideremos, por ejemplo, un sistema convencional de calefacción, con termostato ambiental: si la temperatura exterior mínima es de -12° C., y se desea una temperatura de 20° C. en la sala de estar y 15° C. en los dormitorios, ¿cómo se comportará el sistema, cuando la temperatura exterior sea superior a los -12° C.? Para una temperatura exterior de 12 grados bajo cero, la diferencia de temperatura Δt, entre el exterior y el interior será de 22 + 12 = 34° C. para la sala de estar y de 15 + 12 = 27° C. en los dormitorios. Esta es la situación de partida para calcular la potencia de los radiadores. Si, por ejemplo, la temperatura exterior es de -4° C., la diferencia de temperatura en las habitaciones será de 26° C. y en los dormitorios de 19° C. Con respecto a la situación precedente para la sala de estar sólo será necesario generar un 76 por 100 del calor (26/34 = 0,76).
Lógicamente, si la variación de temperatura es gobernada por un tesmostato situado en la sala de estar, se aplicará la misma relación a los dormitorios. El problema, ahora, es determinar si esto es lo más adecuado. Considerando la temperatura de los dormitorios en las dos situaciones anteriores: para la primera obtenemos un incremento de temperatura (Δt) igual a 27° C., y para la segunda (temperatura exterior = -4° C) a Δt = 19° C., por tanto, la relación de cantidades de calor necesarias será de 19/27 = 0,70, es decir, ¡los dormitorios soportarán un exceso de temperatura! La situación no cambia si la temperatura exterior es de 6° C., entonces el incremento de temperatura en la sala de estar será de 22 - 6 = 16° C. y la de los dormitorios 15 - 6 = 9° C. Como el sistema esta basado en una temperatura exterior de -12° C. la relación de cantidades de calor necesarias es 16/34 = 0,47 para la sala de estar y de 9/27 = 0,33.
Resulta evidente que de nuevo los dormitorios reciben un exceso de calor.
La solución para ahorrar energía será instalar radiadores con termostato.

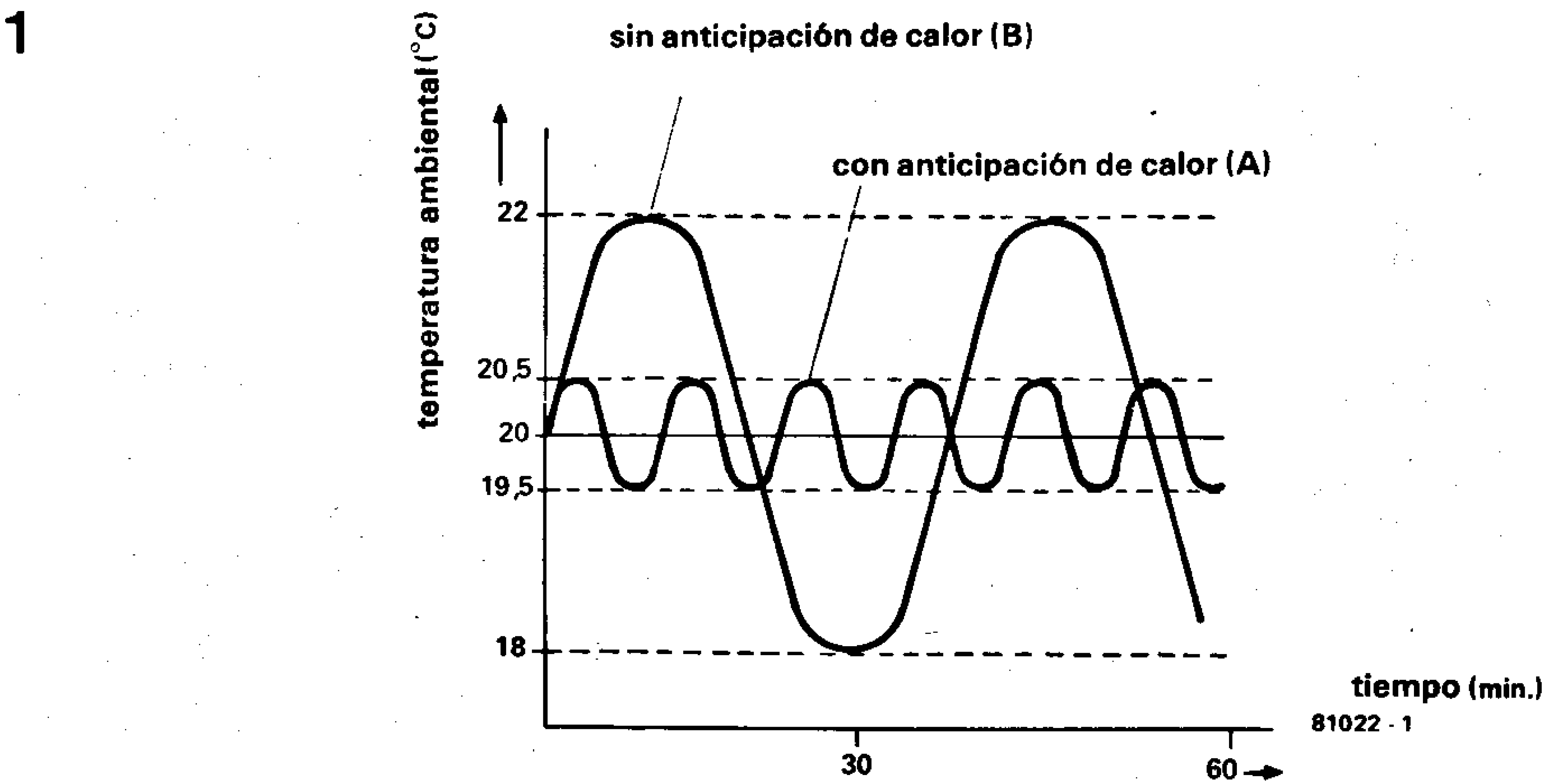


Figura 1. Se puede reducir el tiempo de respuesta de un sistema incorporando al termostato un dispositivo de anticipación de calor.

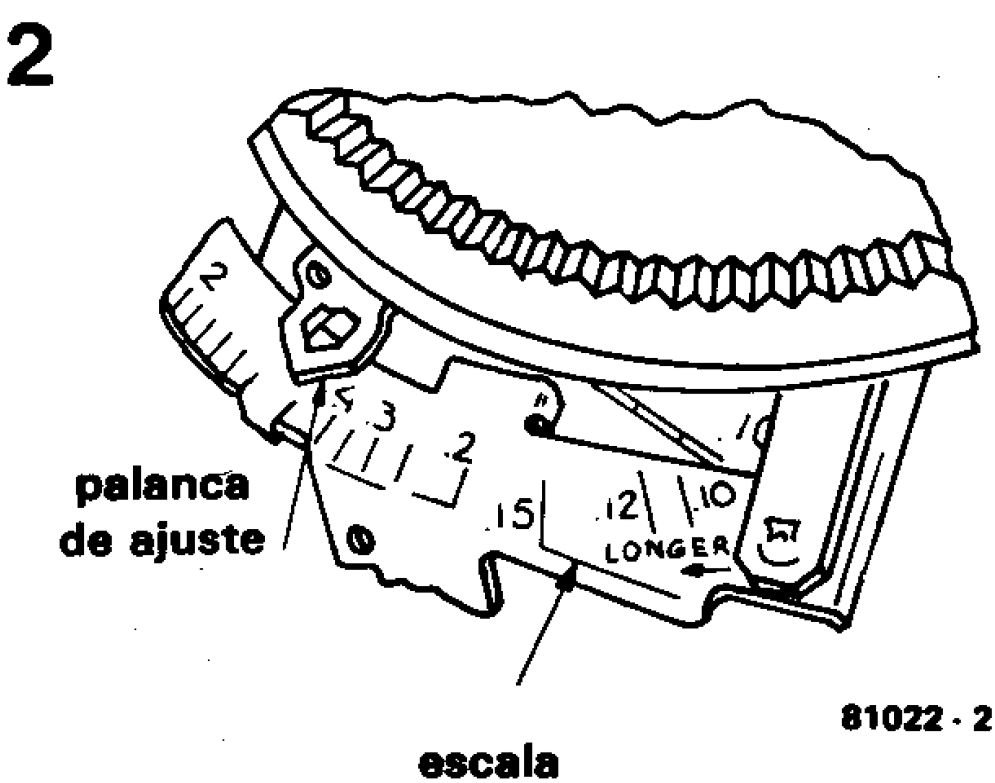


Figura 2. En el caso de un termostato de dos hilos, generalmente, se podrá regular la cantidad de calor producido por el dispositivo de anticipación de calor

Radiadores con termostato

En los radiadores con termostato, se interrumpe la entrada de agua caliente cuando en la habitación se ha alcanzado la temperatura deseada, manteniéndola a un nivel casi constante.
Evidentemente, la utilización de radiadores con termostato de forma eficaz aporta un confort suplementario al usuario, y sobre todo, contribuye a mantener en unos límites razonables las facturas de calefacción (lo cual también aumenta el confot).
Una solución práctica consiste en instalar radiadores normales en la sala de estar, con un termostato de ambiente que regula la temperatura general de la casa y en las habitaciones en las que la temperatura va a ser diferente de la sala de estar, se instalan radiadores con termostato para así poder regular la temperatura independientemente.
Ahora bien, si queremos que los radiadores con termostato funcionen correctamente, tendremos que tener presentes dos cosas. En primer lugar, es necesario sobredimensionar los radiadores, de lo contrario los termostatos serían totalmente inútiles. En segundo lugar, se precisa que por el circuito circule agua caliente, ya que si en la sala de estar se ancanza la temperatura deseada (temperatura en la que el termostato desconecta la caldera), se interrumpiría también el flujo de agua caliente hacia las demás habitaciones, ante lo cual nada puede hacer un radiador con termostato.
Un sistema como el que acabamos de describir resulta muy económico, y en el caso de que se equilibre correctamente es la solución que más se acerca al sistema ideal. Sin embargo, puede suceder que en algunas situaciones no produzca el suficiente calor; por ejemplo, si la sala de estar recibe una cantidad de calor suplementario debido al sol que entra por las ventanas, resulta que el resto de la casa se enfriará, puesto que el termostato de ambiente demanda menos calor, con lo cual si existiera alguna habita-

3

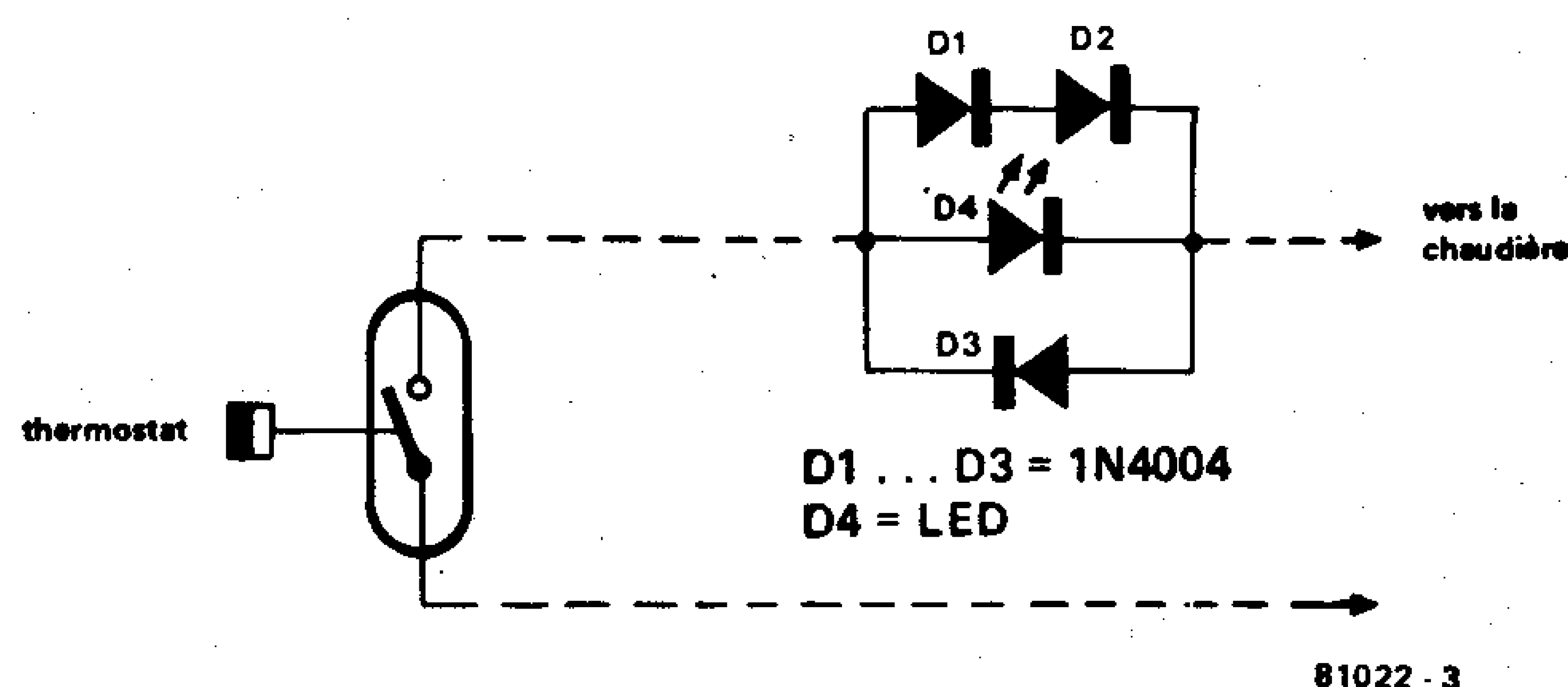


Figura 3. Intercalando este circuito en serie con uno de los hilos del termostato, se obtendrá una indicación fiable del funcionamiento de la caldera.

ción que no recibiera los rayos solares en ningún momento, podría llegar a resultar verdaderamente fría. En este caso habrá que aumentar el consumo de energía para tener un poco más de confort. Esto podría hacerse reemplazando el termostato de ambiente por un sistema de control dependiente de la temperatura exterior. (La temperatura del agua caliente depende de la temperatura ambiente exterior a la vivienda) e instalando radiadores con termostato en todas las habitaciones incluida la sala de estar. El sistema de control deberá ajustarse de forma que se puede alcanzar la temperatura deseada en cada habitación en cualquier circunstancia, o encargándose de la regulación individual en cada habitación los termostatos de los radiadores. Si alguna habitación diera a una parte soleada de la casa, el radiador correspondiente consumirá poco, y en el caso contrario, trabajaría a pleno rendimiento (día frío y sin sol). Este, como puede verse, es un sistema ideal desde el punto de vista del confort, pero algo más caro.

Como evitar el derroche de energía

En los sistemas de calefacción que utilizan radiadores con termostato, generalmente se produce más calor del que es realmente necesario. Si en un sistema, parcialmente equipado de radiadores con termostato, se introduce una reducción de 5° C. (por la noche) en el termostato de la sala de estar, se presentará nuevamente el irritante problema de la inercia térmica ambiental (retraso en la respuesta). Esto se debe a que los radiadores necesitan un cierto tiempo para «evacuar» el exceso de calor antes que la temperatura de la habitación comience a descender, y lo que es más, el descenso de temperatura será inferior a los 5 grados indicados por el termostato. En el caso de que el radiador de una cierta habitación fuera mucho más grande de lo necesario, seguramente no tendría ningún efecto en esta habitación la reducción nocturna. La razón de este fenómeno es que la cantidad residual del radiador es demasiado grande, y el termostato no puede corregir este efecto, ya que éste sólo actúa cortando el suministro de agua caliente cuando la temperatura excede del valor consignado. O sea, se trata de un caso típico de derroche energético. Se podría evitar esto, haciendo más estricta la reducción nocturna, o ajustando los termostatos de los radiadores a una temperatura más baja durante el período nocturno.

Otra causa de las pérdidas energéticas en las viviendas, es la ventilación de los dormitorios. En cualquier caso, para minimizar este efecto se deberán ajustar los termostatos de los radiadores al mínimo, aunque la solución más eficaz es cerrar la llave de paso del radiador. Si la temperatura externa es inferior al nivel mínimo del termostato (lo cual sucederá la mayoría de las veces) el radiador comenzará, literalmente, a tirar calor por la ventana.
Aunque no es fácil evitar estas pérdidas de energía, existen medios para reducirlas al mínimo. En primer lugar tratar de que la ventilación de las habitaciones dure lo menos posible; en segundo lugar, regular el termostato del radiador al mínimo en el momento de airear la habitación. Una solución ingeniosa consiste en cubrir el radiador y termostato, de forma que no perciba la variación de temperatura.

Los radiadores

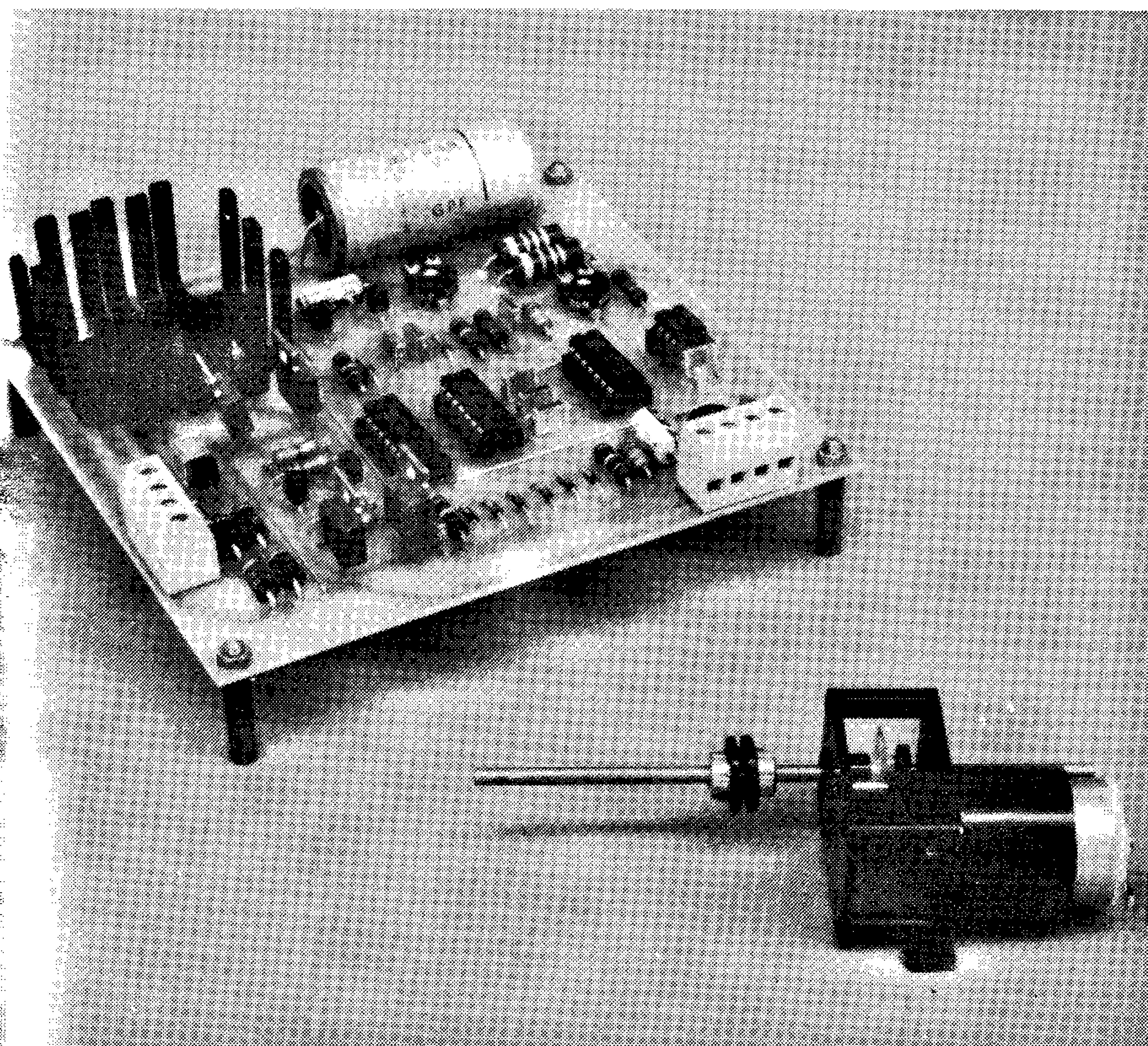
Si una habitación está caldeada por radiadores, el calor transmitido no sólo depende de la temperatura del aire, sino también del factor de radiación de los citados elementos. Es preciso que estos dos factores (coeficiente de radiación y temperatura del aire) permanezcan constantes dentro de lo posible. Si la temperatura de la casa es regulada por un termostato ambiental, correctamente adaptado, y además la cantidad de agua que contiene el sistema es suficiente resulta posible mantener la temperatura en los radiadores con pequeñas variaciones, lo que a su vez permite obtener un coeficiente de radiación bastante estable.
La cosa es muy diferente si, como sucede a menudo, los radiadores contienen poca agua. Cuando se enciende la calefacción, éstos transmiten el calor rápidamente, radiando, por tanto, gran cantidad de calor. Sin embargo, cuando la habitación se enfría, esta falta de inercia térmica se vuelve un inconveniente. Para remediarlo se deberá regular el termostato a un nivel superior (22 ó 23° C.). Pero esto, a su vez, trae consigo otro problema; cuando se enciende de nuevo la calefacción los radiadores liberan más calor del necesario.
Es cierto que tales radiadores registran cualquier cambio de temperatura con rapidez, pero, en cambio, conducen a situaciones extremas (de frío o calor) desde el punto de vista de la confortabilidad.
Por tanto, los radiaroes que contienen una masa de agua reducida se adaptan con dificultad a los sistemas en los que la temperatura es regulada por un termostato de ambiente, sin embargo, funcionan perfectamente en los sistemas gobernados por un termostato exterior.

Conclusión

Una vez vistos los «pros y contras» de los sistemas de calefacción central, pasaremos a enunciar las cinco reglas básicas del usuario:
1. En primer lugar, verificar las necesidades reales de la casa en materia de calefacción. Unicamente entonces se podrá buscar el sistema de calefacción ideal. ¿Es preferible un sistema ordinario con termostato ambiental?, ¿hay alguna habitación que requiera la instalación de un radiador con termostato?, etcétera.
2. Asegúrese que utiliza el modelo de radiador adecuado. ¡Los radiadores rápidos tienen sus inconvenientes!
3. No pretenda ahorrar demasiado en el costo de instalación. Los técnicos en calefacción se encuentran con multitud de problemas cuando un amateur (poco diestro) intenta instalarse su propio sistema de calefacción. Con más frecuencia de lo que se imagina, los termostatos se encuentran mal instalados, (sensor de temperatura montado en la tubería de agua caliente o ¡incluso sobre el mismo radiador!, midiendo, por consiguiente, una temperatura falsa).
No es extraño encontrarse con una instalación en la que se ha olvidado hacer la conexión (bypass) de la tubería de impulsión a la de retorno en sistemas con radiadores provistos de válvulas termostáticas; con lo cual cuando todas las válvulas están cerradas se imposibilita la circulación de agua en el sistema, lo que resulta extremadamente perjudicial para la bomba de agua (se produce un sobrecalentamiento), sin mencionar los efectos sobre la caldera.
4. Si el sistema posee un termostato de dos hilos no ajustable, se deberá verificar el valor indicado (en la chapa de características) de la corriente consumida por el circuito de control de la caldera.
5. Si el termostato contiene un dispositivo de anticipación de calor, se habrá de verificar que el ajuste corresponde con la corriente consumida por el circuito de control (a veces es necesario introducir una pequeña modificación); si por ejemplo, el sistema está correctamente regulado, pero su inercia es tal que el termostato sólo conmuta (marcha/paro) una o dos veces por hora, en la mayoría de los casos será preferible regular el dispositivo a un valor inferior al indicado (es un consejo de la experiencia). En general, un sistema eficaz debe conmutarse, aproximadamente, cinco o seis veces (en una hora) para mantener la tempertura de las habitaciones constante.
Para saber en qué momentos la caldera está funcionando puede utilizarse el circuito de la figura 3. Este circuito se puede instalar en el interior de la caja del termostato. Uno de los hilos de conexión (no importa cual) debe ser interrumpido, conectando (en serie) el circuito de la figura 3 formado por tres diodos normales y un LED.
El LED se encenderá cuando se cierre el interruptor del termostato.

control automático para cortinas

Uno de los factores que provocan considerables pérdidas de energía en el hogar, son sin duda los cristales de las ventanas. Esto se debe a la baja resistencia térmica (o alta conductancia) del cristal, que es muy inferior a la de los muros. Bajo esta perspectiva, se puede considerar a los cristales como sumideros del calor, ya que ofrecen una salida fácil al calor generado por el sistema de calefacción. Gran cantidad de la energía perdida por los cristales, podría evitarse simplemente, instalando unas cortinas; o en el caso (normal) de tenerlas ya puestas, «corriéndolas» sistemáticamente cuando la luz del sol comienza a decaer. El circuito que presenta este artículo, hace este trabajo electrónicamente con un consumo de energía muy bajo. Este circuito además, presenta una ventaja no prevista en un principio, ya que disuade a los intrusos de robar en un sitio donde ¡siempre hay alguien para correr las cortinas!



En abril del año pasado, el Instituto Holandés para la Investigación Científica Aplicada (TNO) publicó un informe a cerca de las posibilidades de ahorro energético ofrecidas por las coritnas en viviendas y oficinas según el cual, las cortinas y las repisas de los marcos de las ventanas tienen una influencia decisiva en lo que se refiere a las pérdidas de calor. En la figura 1 se muestran algunas de las conclusiones de este trabajo. Se tomó como referencia una ventana simplemente acristalada y con repisa, bajo la cual se encontraba el radiador, tomándose el consumo, en ese caso, del sistema de calefacción central como base (situación de referencia, figura 1b).
Se comprobó que al quitar la repisa de la parte superior del radiador (parte inferior de la ventana, figura 1a), el aumento del consumo energético de la calefacción fue del 13 por 100. Quedó así demostrado, que la repisa «proyectaba» el calor hacia el interior de la habitación, impidiendo que éste se escapara al exterior.
Si se alejaba el radiador de la ventana, a fin de colocar entre ambos una cortina que llegase hasta el suelo (figura 1c), la disipación de calor hacia el exterior disminuía en un 21 por 100.
En la cuarta situación (figura 1d), se colocó el radiador nuevamente bajo la repisa y se instalaron cortinas y visillos (del techo a la repisa), con lo cual la energía perdida hacia el exterior disminuyó en un 25 por 100.
En el ejemplo indicado, el ahorro total conseguido durante una estanción completa fue de 151,2 pesetas por metro cuadrado de fachada, supuesto que el precio del combustible (gas) fue de 36 pesetas el metro cúbico. Resumiendo, parece evidente que la instalación de unas cortinas y/o visillos puede llegar a ser una inversión rentable al cabo de un cierto tiempo. El sistema se podría mejorar si las cortinas se cerrasen y abriesen en el momento adecuado; y aún más si lo hicieran automáticamente, lo cual puede servir además como antirrobo cuando Ud. esté de vacaciones (hay pocos casos en los que se haya producido un robo cuando los propietarios están dentro de la vivienda u oficina).

Diagrama de bloques

Para cerrar las cortinas automáticamente, se necesita un sistema mecánico conectado a un motor de arrastre. En este artículo se describe un circuito de control para el motor. El sistema mecánico de arrastre lo dejamos a gusto del lector, ya que este variará según los casos y será preferible que cada uno diseñe su propio sistema. Un motor de c.c. de unos 3 W es suficiente para cerrar dos cortinas de la misma longitud, siempre y cuando la maniobra se haga simultáneamente (mediante un sistema de arrastre adecuado como: cable, cadenilla, etc.).
El momento más propicio para cerrar las cortinas es el crepúsculo, ya que en invierno la temperatura desciende tan pronto como empieza a oscurecer. En cualquier caso, el hecho de tener que encender las luces interiores al correr las cortinas no puede tomarse como una pérdida de energía, ya que la ténue luz del crepúsculo generalmente no es suficiente para desenvolverse en el interior de una casa. De las reflexiones anteriores se desprende que este dispositivo debe incluir

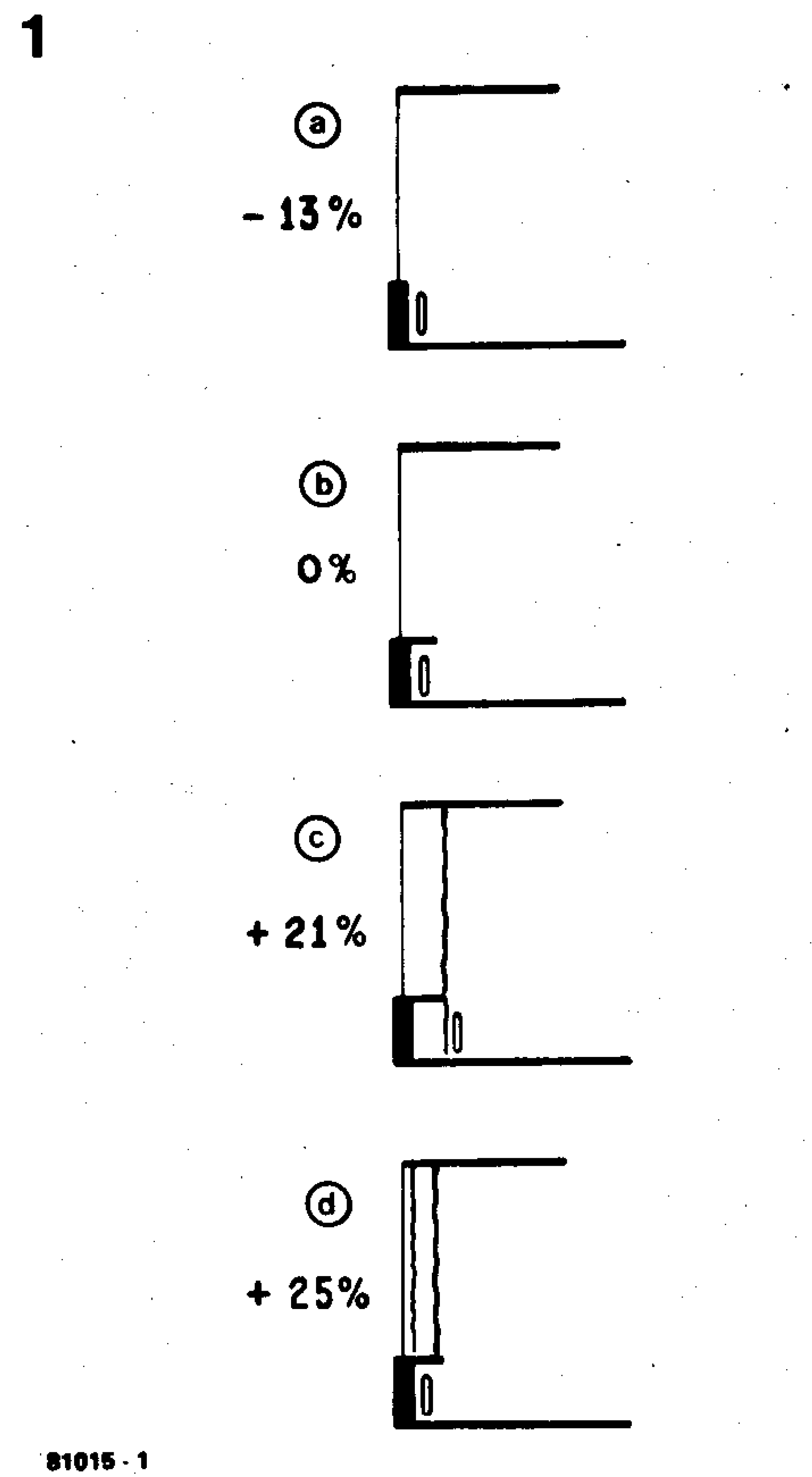


Figura 1. La utilización de cortinas y repisas sobre los radiadores influye notablemente en las pérdidas de energía. La figura 1b corresponde a la situación de referencia en las que las pérdidas relativas son del 0 por 100.

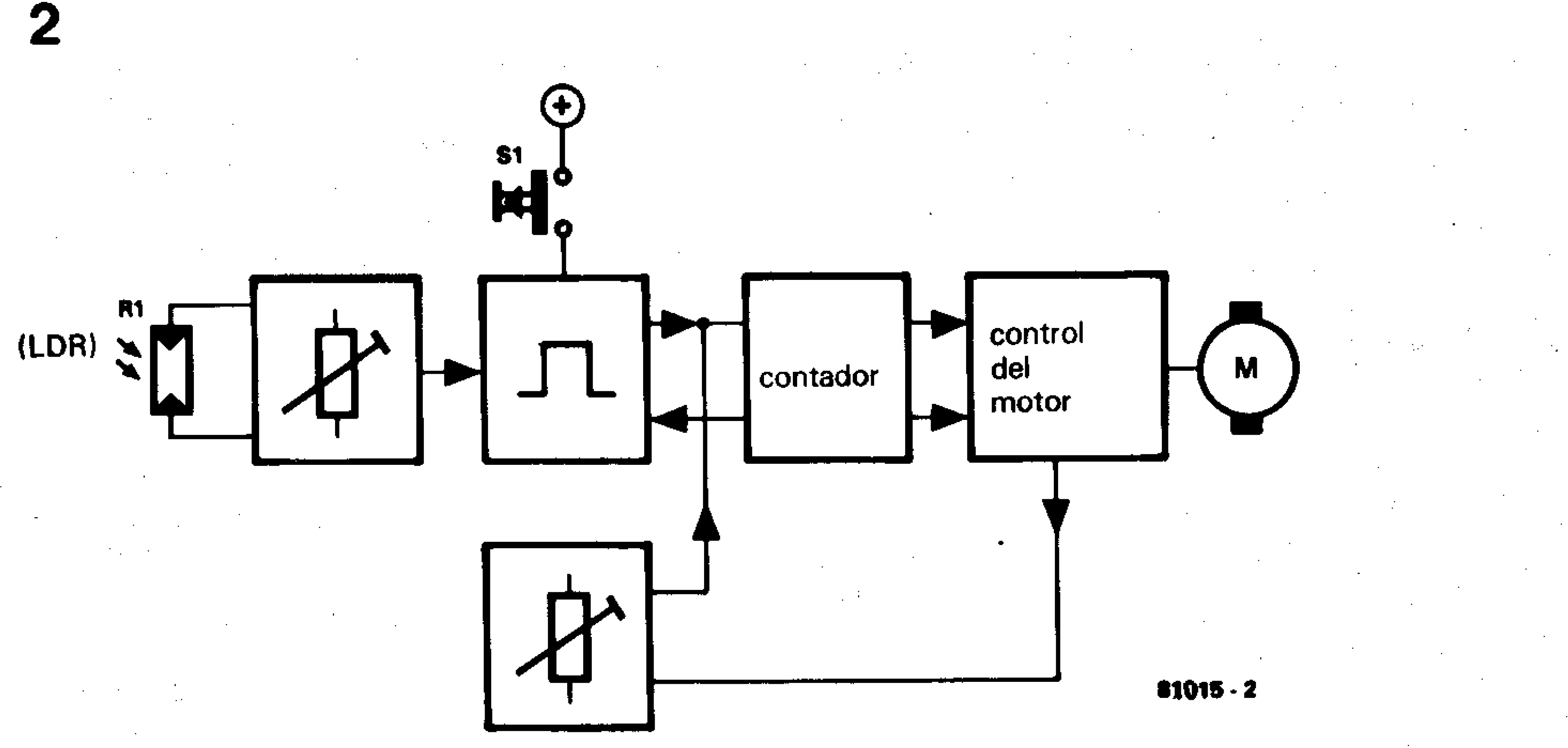


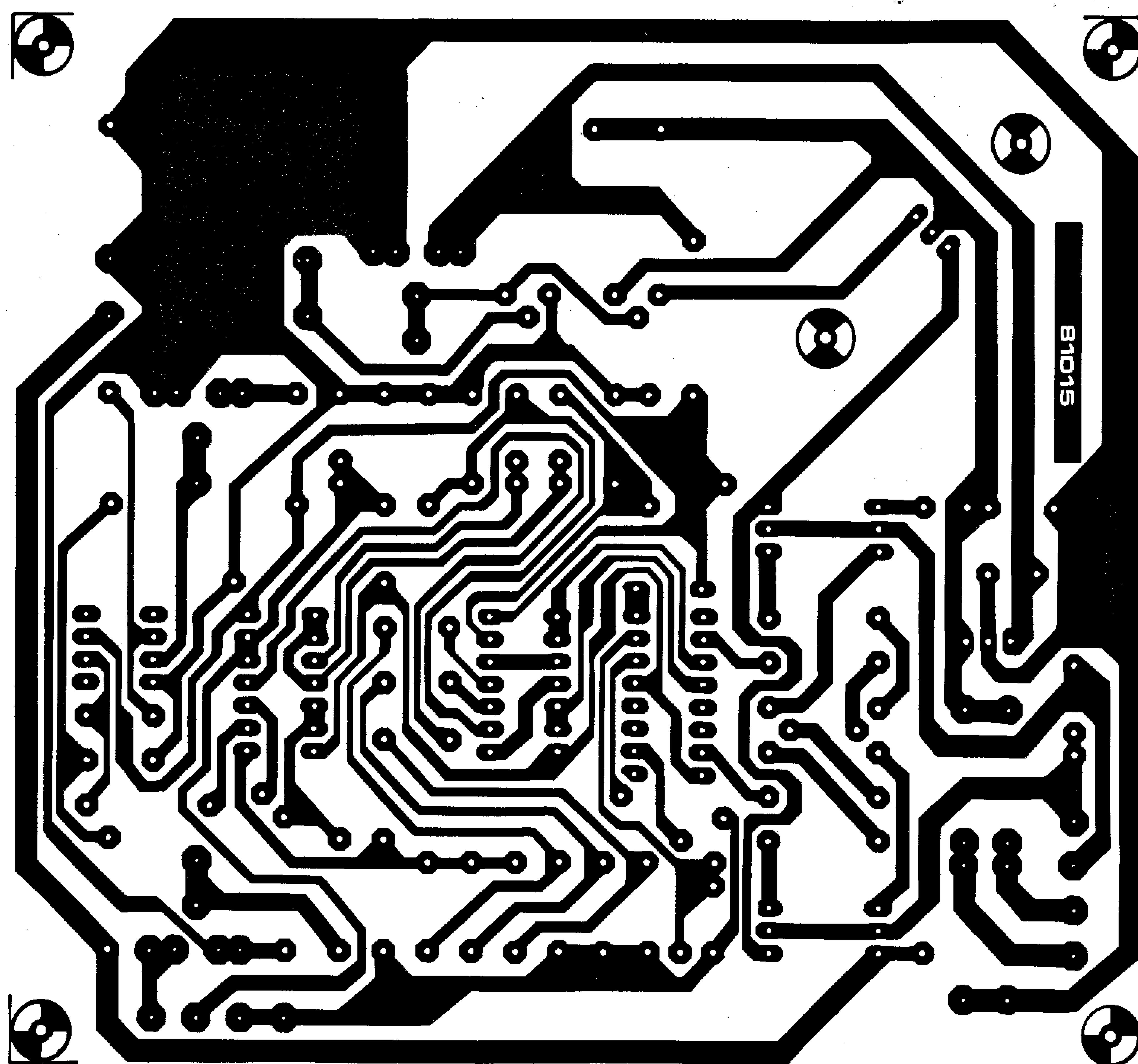
Figura 2. Esquema sinóptico del circuito para el control automático de las cortinas.

un interruptor sensible a la luz y un automatismo que detenga el motor cuando las cortinas estén completamente cerradas (o abiertas); además el sistema debe poderse accionar manualmente.
Una forma de hacer que el motor se detenga al final de su recorrido es instalar el clásico interruptor de *fin de carrera* en cada extremo del riel-soporte de las cortinas, sin embargo, existe otro método que se basa en la sobrecarga que se produce cuando se bloquea el eje del motor. En efecto cuando el motor deja de girar porque las cortinas llegan a una posición extrema, su fuerza contra-electromotriz se anula y se incrementa la corriente que circula por el motor. Este incremento de corriente puede utilizarse como señal de control para un circuito de parada del motor.
El esquema sinóptico del control automático para las cortinas se muestra en la figura 2. El interruptor sensible a la luz (de umbral ajustable) se incluye en el bloque izquierdo. Esta parte del circuito genera un impulso, cada vez que la luz exterior pasa del nivel predeterminado (tanto en un sentido como en otro). Esta señal se lleva a un circuito lógico que funciona como contador. Este contador se encarga del control del motor y está también conectado al de-

3

Figura 3. Circuito electrónico completo del control automático de las cortinas.

3



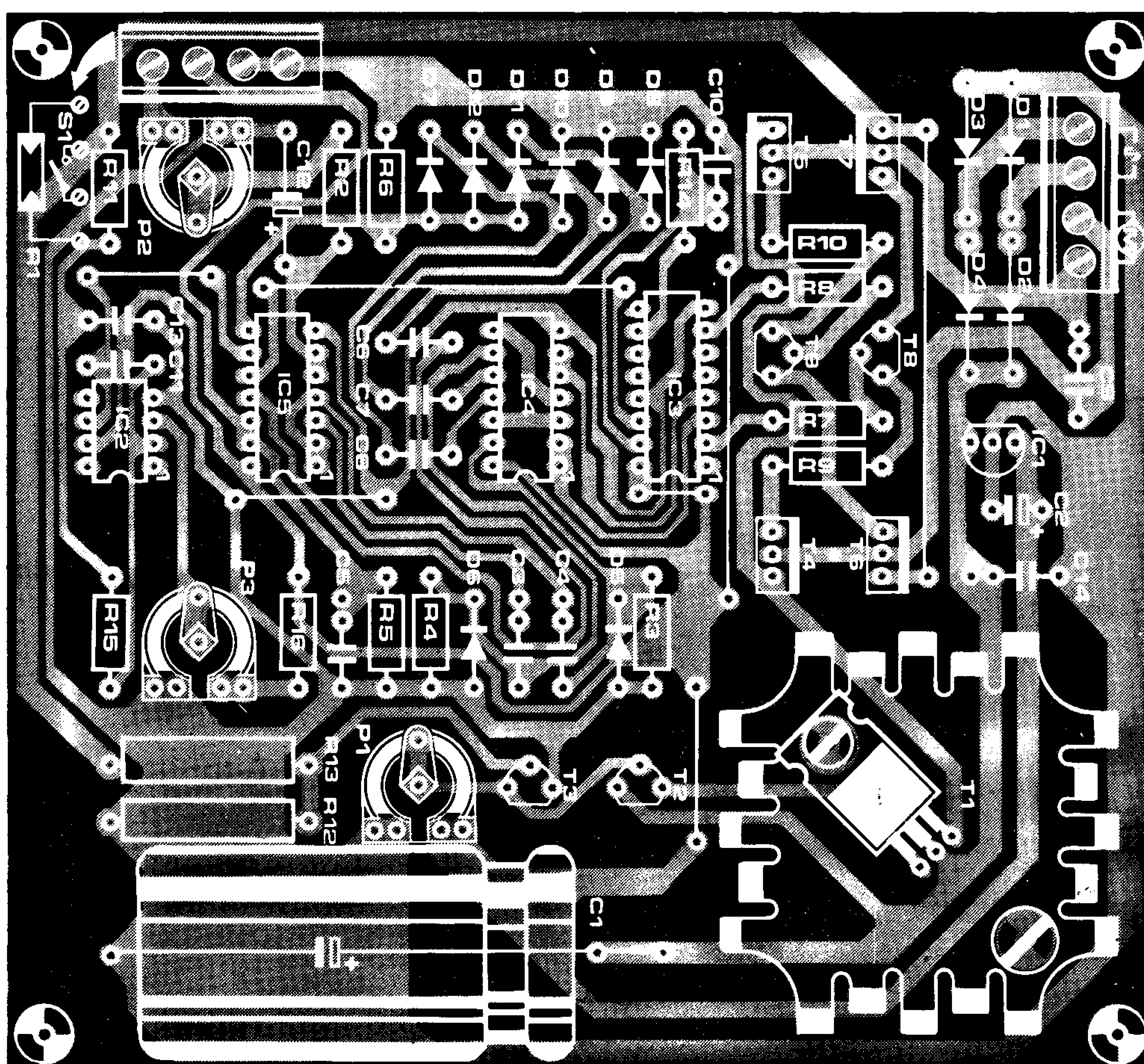


Figura 4. Placa de circuito impreso y disposición de componentes para el circuito de la figura 3.

tector de corriente, que envía un impulso al contador cuando la corriente que circula por el motor es superior a lo normal (cuando el carril llega a uno de los extremos). En ese momento el contador detiene el giro del motor. En este circuito, el contador trabaja con memoria, ya que «recuerda» el sentido de movimiento en la maniobra precedente, e impide que el siguiente movimiento se haga en la misma dirección.

Circuito

En la figura 3 se muestra el circuito electrónico del control automático para las cortinas. Este circuito de control se ha diseñado para motores en los que cambia el sentido de rotación al cambiar el sentido de la corriente, es decir, si cambiamos la polaridad de la alimentación (que es justamente lo que hace el circuito) el motor girará en sentido contrario. Como puede deducirse de lo anterior, se trata de un motor de corriente continua de los utilizados en juguetes, por lo tanto no habrá dificultad en localizar este componente. Se puede aprovechar el de algún juguete roto, y quizá con un poco de suerte también el sistema reductor de velocidad (tren de engranajes).
El control del motor propiamente dicho, se compone en total de seis transistores, de los cuales tres hacen funcionar el motor en un sentido y los tres restantes en el contrario, para ser precisos, T9, T5 y T6 hacen que el motor gire en el sentido horario (a derechas), mientras que T8, T4 y T7 hacen girar el motor en el sentido opuesto. Los dos grupos de transistores del control del motor son gobernados por el integrado IC3 (que es del tipo 4017). Este contador recoge los impulsos del interruptor sensible a la luz (o de un pulsador), después de haber pasado por el «digitalizador» (transforma los impulsos en una onda cuadrada) formado por N4 y N5 que a su vez es controlado por el propio contador mediante las puertas N6 y N7.
El contador cuenta sólo hasta 4, ya que la salida Q4 está conectada a la entrada de reposición, de forma que cuando esta salida pasa a nivel alto, el contador recibe un impulso de reposición (puesta a cero) comenzando nuevamente la cuenta por Q0 (Q0 = 1). También se produce un impulso de reposición, a través de R10 y C14 cuando se pone bajo tensión el circuito, lo cual provoca que una de las entradas de N5 esté a nivel bajo a través de N7, con lo que impide la llegada del primer impulso de reloj a IC3 a través de N5.
El primer impulso de reloj que llega al contador, es generado o bien por el circuito de conmutación sensible a la luz (vía N1, N2, N4 y N8) o bien por el pulsador (vía N3 y N8). Este impulso lleva a Q0 a nivel bajo, y a Q1 a nivel alto, lo cual hace que los transistores T8, T4 y T7 entren en conducción, poniendo en funcionamiento el motor en el sentido contrario a las agujas de un reloj —se cierran las cortinas—. La resistencia R12 y el transistor T3 tiene como misión impedir que la corriente en el motor supere la máxima admitida por éste. En efecto, la caída de tensión en R12 determina el estado de T3 (corte o saturación). Si la tensión en bornes de R12 sobrepasa un cierto valor, T3 entrará en conducción bloqueando a T1/T2 e interrumpiendo la alimentación del motor. La corriente que circula por el motor, también lo hace a través de R13, y cuando éste se bloquea (fin de carrera) su fuerza contra-electromotriz se hace nula, aumentando la corriente que lo atraviesa. Este incremento de corriente, hace aumentar la caída de tensión en R13, que es inmediatamente detectado por IC2 y cuando se supera un cierto valor (ajustable por P3), IC2 envía un impulso al contador que hace pasar la salida Q2 a nivel alto (Q1 pasa a nivel bajo). Una de las entradas de N4 pasa a nivel alto (a través de la puerta N6), con lo cual su salida queda a nivel alto.
Al alba, cuando se alcanza el nivel de luminosidad predeterminado, un nuevo impulso llega al contador IC3 a través de N5 y N8; Q2 pasa al estado bjo y Q3 al estado alto y como consecuencia, el motor se pone en marcha hasta que las cortinas quedan completamente abiertas. En este momento IC2 engendra un impulso que hace pasar Q4 a nivel alto, con lo cual el contador se pone a cero (recibe un impulso de puesta a cero).
El circuito formado por N1, N2, N4 y N5 se ha diseñado para que genere un impulso positivo a cada cambio de la luz exterior, que rebase el nivel prefijado (en cualquiera de los dos sentidos). IC3 también recibirá un impulso cada vez que se acciona el pulsador S1. Mediante este botón se podrá situar las cortinas en la posición que deseemos: presionándolo una vez, la cortina se pone en movimiento y al pulsarlo por segunda vez, se detiene.

Lista de componentes
Resistencias:
R1 = LDR 1 M
R2,R5,R11,R15 = 1 M
R3,R4,R6,R14 = 100 k
R7,R8 = 10 k
R9,R10 = 56 Ω*
R12,R13 = 0Ω47/1 W*
R16 = 390 k
P1 = 5 k ajustable
P2 = 10 k ajustable
P3 = 100 k ajustable
Condensadores:
C1 = 2200 µ/25 V
C2 = 10 µ/16 V
C3 . . . C8,C10,C11,C13 = 1 n
C9 = 100 n
C14 = 330 n
Semiconductores:
T1,T6,T7 = BD 241
T2,T3,T8,T9 = BC 547B
T4,T5 = BD 242
D1 . . . D4 = 1N5408, BY 133
D5 . . . D12 = DUS
IC1 = 78L12
IC2 = CA 3140
IC3 = 4017
IC4 = 4011
IC5 = 4093
Varios:
S1 = pulsador
Tr = transformador de 12 V/1,5 A
M = motor 3... 5 W
Z1 = fusible 100 mA
refrigerador para T1

*ver texto

Realización

Como se ha dicho anteriormente es preferible utilizar un motor de corriente continua con engranaje reductor de velocidad incorporado. Debido a la reducida potencia de estos motores el sistema de engranajes deberá ser al menos en tres etapas. La tensión nominal del motor estará comprendida entre 3V y 4V, y su corriente en régimen normal será aproximadamente de 800 mA. Estos son los parámetros de un motor «tipo», sin embargo, se pueden utilizar otros modelos, para lo cual no hay más que modificar los valores de R9 y R10 de acuerdo con la corriente que circula por el motor y según la relación:

$$\frac{U_{cd} - 2}{\text{R9 ó R10}} = \pm 80 \text{ mA.}$$

(U_{cd} expresada en voltios y R en k Ω)

Con una tensión nominal de 3 V para el motor, U_{cd} valdrá aproximadamente 5 V con lo que se obtiene un valor para R9 y R10 de 56 ohmios. El umbral de disparo de corriente se fijará en 1,2 A, de forma que no actúe el sistema de parada en el fin de carrera cuando el motor gire a régimen normal. Cuando la corredera de riel alcanza uno de los extremos (cortinas abiertas o cerradas) el motor se bloquea, y la corriente que circula por sus devanados supera el umbral de disparo prefijado (1,2 A). La corriente de disparo se regula con R12. En el momento que esta corriente alcanza el valor elegido, T3 entra en conducción y bloquea a T2 y T1. La tensión en bornas de R12 entonces deberá ser mayor de 0,6 V. Si en el circuito práctico mantenemos el valor de 1,2 A para la corriente de disparo, R12 será de 0,47 ohmios aproximadamente. La tensión en bornas de R13 + R12 (que para los valores dados anteriormente tiene casi igual valor numérico que la corriente que por ellas circula) informa a IC2 de cuándo las cortinas llegan a uno de los extremos del riel. Normalmente R12 y R13 tendrán el mismo valor. La gama de ajuste de PE (regulación del umbral de disparo) es suficientemente amplia como para trabajar en las condiciones correctas con cualquier motor.
En la figura 4 se muestran las dos caras de la placa de circuito impreso para este montaje. T1 deberá llevar un radiador como el que se indica en el serigrafiado de la placa, o cualquier otro de dimensiones parecidas; los demás transistores no precisan ningún tipo de radiador.
Como es lógico, los resultados finales dependen también del sistema mecánico empleado, pero como dijimos en un principio (y con los datos indicados) creemos que no será difícil encontrar un motor con sistema de engranajes adecuado para cada riel.
Si queremos conseguir una buena sensibilidad del sensor de luminosidad, éste se deberá colocar en algún sitio en el que reciba sin problemas los cambios de luz ambiental, es decir sin interferencias de la iluminación artificial o de los coches.
Para aquellos que este sistema les parezca excesivamente complicado pueden sustituir el interruptor luminoso por un programador horario, como el utilizado en los radiadores eléctricos, en paralelo (o en lugar) de S1, y así se efectuará la conmutación a horas fijas.

Interruptor para cafetera eléctrica

¿Sabía usted que las cafeteras eléctricas, últimamente tan extendidas, también desperdician gran cantidad de energía? Si esto le estraña recuerde que al tomarse la última taza de café olvidó desconectar su cafetera. El montaje que presentamos en este artículo se encargará de hacer por usted esta simple operación sin fallos. Pero esta no es la única función de este circuito. Nosotros confiamos en que la imaginación de nuestros lectores sabrá dar a este circuito múltiples aplicaciones en beneficio del consumo de energía.

La cafetera eléctrica es uno de los artículos que (cada vez más) se está haciendo indispensable en la cocina, ya que no sólo prepara un excelente café, sino que además lo mantiene caliente hasta que apetece esa «segunda taza». A primera vista no parece que haya ningún inconveniente, sin embargo, el problema es que usted no siempre desea tomar la segunda taza de café, y evidentemente la cafetera no se desconecta sola; por lo cual toda la energía empleada para calentar el café se desperdicia inútilmente —500 vatios para ser exactos—. Otras veces, la cafetera queda conectada a la red, mientras usted sirve el café y disfruta plácidamente de la sobremesa, es decir, la cafetera calienta el aire, el café se enfría y usted despilfarra energía. Pero no nos agobiemos, ya que como en otros muchos casos la electrónica nos brinda una solución eficaz, rápida y barata.

El circuito que se describe en este artículo tiene como fin desconectar la resistencia eléctrica (encargada de generar el calor) de la cafetera cuando se retira el recipiente del café para servirlo, e indicarle que la cafetera está apagada en el momento que se deja el recipiente en la cafetera.

Para detectar si el recipiente de café está o no en la cafetera, se montará un microinterruptor en el lugar adecuado de forma que cierre el circuito cuando el recipiente del café esté en su sitio, y viceversa.

Para poner en marcha la cafetera sólo hay que enchufarla a la red y pulsar el botón que pone en funcionamiento el circuito de calentamiento (la resistencia eléctrica). Esta situación se mantiene así hasta que se retira el recipiente del café, puesto que en este momento el microinterruptor se abre, proporcionando la señal que hace desconectar la resistencia eléctrica de la cafetera. Si nuevamente colocamos el recipiente en su sitio se escuchará el sonido de un zumbador que nos avisa de que la cafetera está apagada por si quisieramos volver a calentar el café; para lo cual bastará con pulsar el botón de puesta en marcha S2.

El circuito

Como se puede ver, en la figura 1, el circuito está dividido en dos secciones aisladas entre sí eléctricamente, mediante un optoacoplador. La primera parte es la sección de 12V y la segunda se conecta directamente a la red (circuito de control de la resistencia eléctrica). La segunda parte del circuito es en realidad un conmutador electrónico que se desconecta cada vez que la tensión de red pasa por cero voltios. El interruptor S1 indica si el recipiente de café está o no sobre la resistencia eléctrica. El estado lógico del biestable formado por las puertas N2 y N3 no está definido hasta este momento. Una vez pulsado el interruptor S2, la salida de este biestable pasa a cero haciendo conducir al transistor PNP T2, que a su vez enciende el diodo LED D3 y el del optoacoplador. Esto hace que el foto-tiristor incluido en este componente se dispare y haga conducir al triac Tri1 a través del el puente rectificador D4...D7. El transistor T3 hace que el foto-tiristor únicamente se dispare en el comienzo de cada semiperíodo de la tensión de red. Cuando la tensión alterna (la red) de alimentación alcanza aproximadamente los 20 V, T3 comienza a conducir, cortocircuitando el anodo y la puerta del foto-tiristor, lo cual impide que éste conduzca. Cuando se retira el recipiente del café, el microinterruptor S1 se abre y hace bascular al biestable formado por N2/N3; en este momento T2 deja de conducir y el LED del opto-acoplador se apaga (también lo hace D3) con lo cual el fototiristor queda sin excitación e interrumpe el paso de corriente por el triac, es decir, se desconecta la resistencia eléctrica de la cafetera.

Cuando se pone el recipiente del café en la cafetera, nuevamente se cierra S1; esto hace que durante un período igual a la constante de tiempo R2/C1 quede aplicado un «0» lógico a la entrada de la puerta N1, con lo que T1 conduce y hace sonar el zumbador, durante un segundo. Si deseamos que la resistencia eléctrica entre en funcionamiento de nuevo, habrá que pulsar S2 para que el biestable vuelva al nivel «0» y haga conducir a T2, el cual hará que se iluminen los LEDs (D3 y el del optoacoplador) desenca-

1

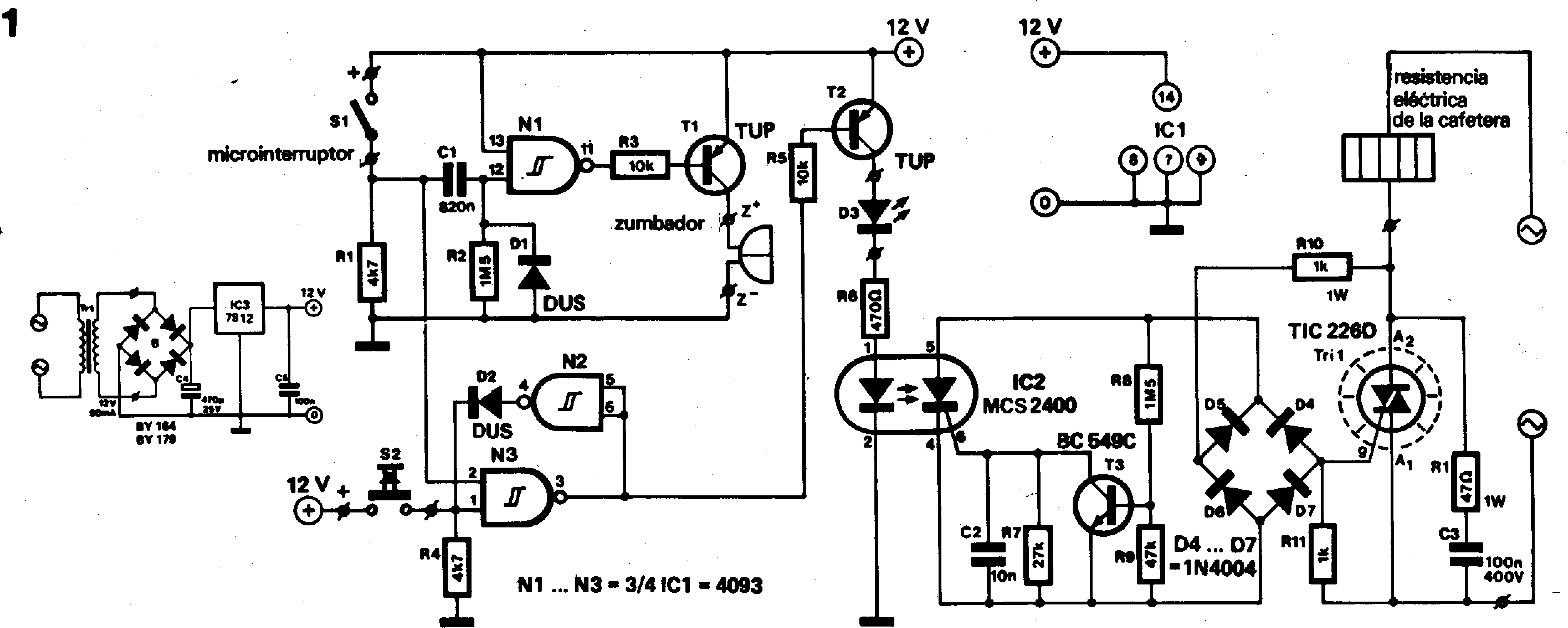


Figura 1. Circuito completo y alimentación. El circuito de la izquierda a partir del optoacoplador se encarga de detectar los impulsos, y el de la derecha de conmutar la resistencia calefactora en el cruce por cero de la tensión de red.

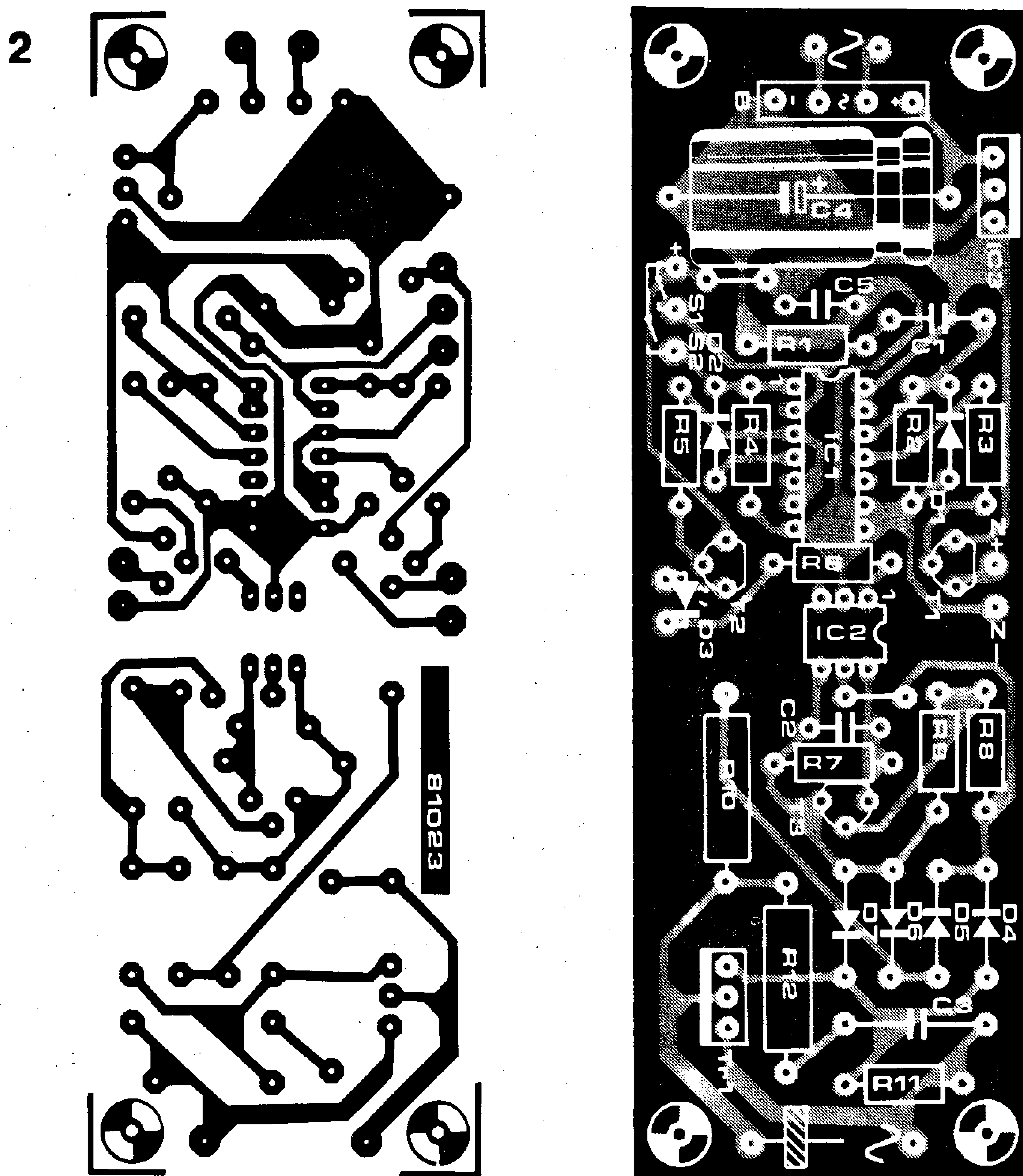


Figura 2. Placa de circuito impreso y disposición de componentes para el circuito de la figura 1. Sólo un componente se montará fuera de la placa: el transformador. El diseño se ha procurado que fuera lo más reducido posible para permitir su instalación en el interior de la cafetera.

lista de componentes

resistencias
R1,R4 = 4k7
R2 = 1M5
R3,R5 = 10 k
R6 = 470 Ω
R7 = 27 k
R8 = 1M5
R9 = 47 k
R10 = 1 k, 1 w
R11 = 1 k
R12 = 47 Ω, 1 w

condensadores
C1 = 820 n
C2 = 10 n
C3 = 100 n/400 V
C4 = 470 μ/25 V
C5 = 100 n

semicondensadores
T1,T2 = TUP
T3 = BC 549C
D1,D2 = DUS
D3 = LED
D4 . . . D7 = 1N4004
IC1 = 4093
IC2 = MCS 2400
IC3 = 7812
Tr1 = TIC 226D

Varios:
transformador 12 V, 50 mA
puente rectificador BY 164, BY 179
zumbador piezoeléctrico 12 V
S1 = microinterruptor
S2 = pulsador
refrigerador para el triac

denando así el proceso de disparo del triac. Aunque la salida del biestable depende de la posición de los interruptores S1 y S2, sólo se podrá poner en funcionamiento la resistencia de la cafetera retirando el recipiente del café y pulsando S2. La fuente de alimentación es de gran simplicidad: un transformador, un puente de diodos, un regulador y algunos condensadores.

Placa de circuito impreso y realización

Como puede verse, también en la placa de circuito impreso se ha separado las secciones de baja y alta tensión. Evidentemente y si el espacio lo permite, el lugar idóneo para instalar el circuito será en el interior de la propia cafetera; en este caso, el primario del transformador se conectará al interruptor original de la cafetera, de forma que cuando se encienda ésta, el circuito electrónico también reciba tensión. Los dos puntos de conexión del triac en la placa de circuito impreso, se conectarán en serie con uno de los cables que van a la resistencia eléctrica de la cafetera. Téngase en cuenta que el triac debe llevar un pequeño refrigeraor para facilitar una buena disipación en los períodos de funcionamiento. El pulsador S2 se instalará en la propia cafetera, en el lugar adecuado (junto a los demás mandos de la cafetera, por ejemplo). El microinterruptor S1 se montará según el modelo de cafetera, pero en cualquier caso el contacto deberá quedar cerrado cuando el recipiente de café esté en la cafetera. Como sugerencia puede utilizarse el diagrama de la figura 3, pero siempre deberemos asegurarnos del perfecto aislamiento de los cables (sobre todo que no toquen a la resistencia calefactora de la cafetera). Si la cafetera no dispusiera de sitio en su interior, el montaje se podrá meter dentro de una caja (en donde se colocará S2) que irá adosada al cuerpo de la cafetera. Esta solución tiene la desventaja de tener que pasar cables de la cafetera a la caja (en este caso se deberán utilizar pasacables de goma).

Para terminar, unas palabras sobre el zumbador. Este es de tipo piezo-cerámico y, por tanto, consume una corriente muy reducida (sólo 15mA) sin embargo, el tono producido es perfectamente audible y permite que el circuito sea reducido. ◼

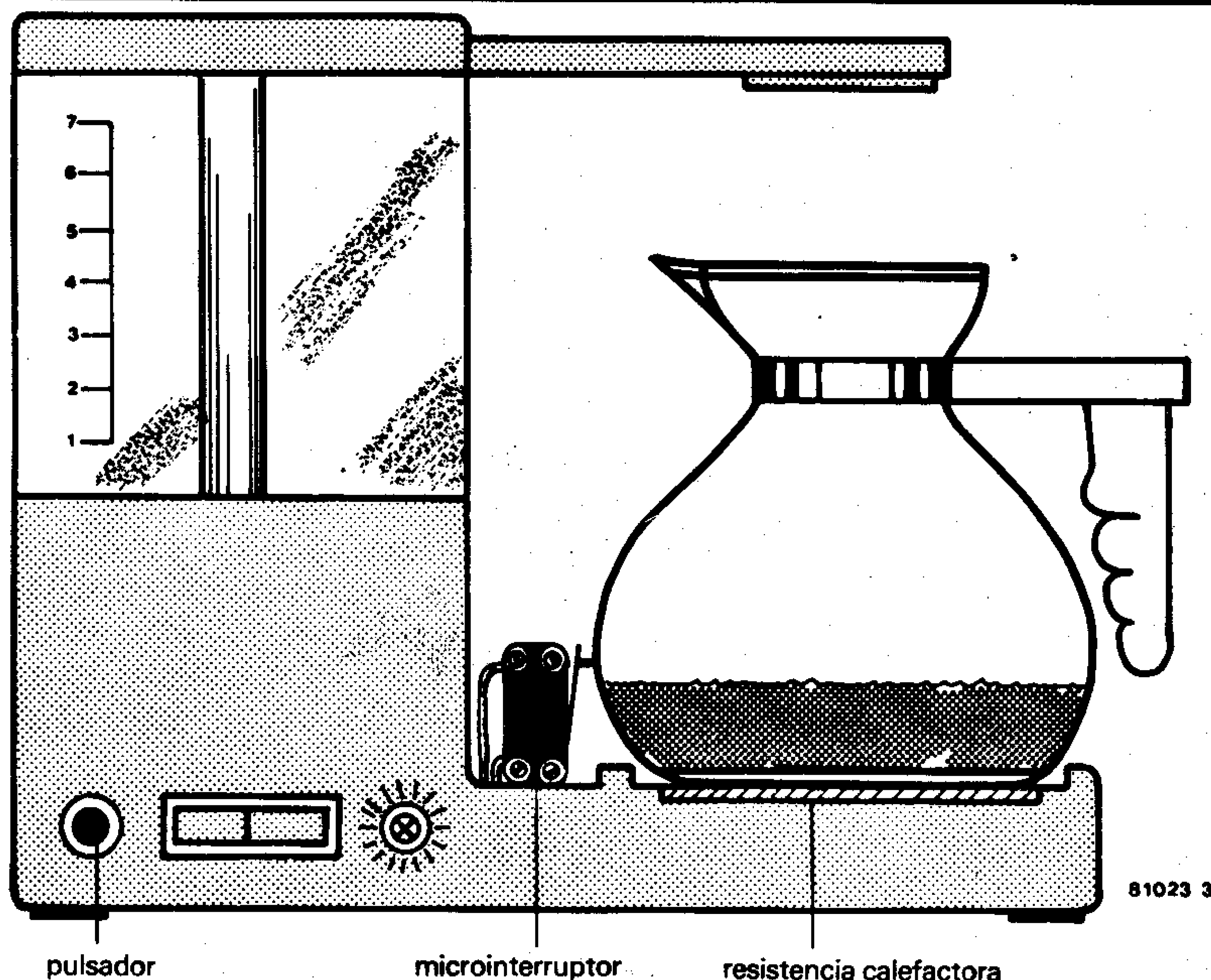


Figura 3. En este diagrama se muestra la colocación del microinterruptor. Téngase en cuenta a la hora de instalarlo que el recipiente de café no está siempre en la misma posición.

contador de horas de funcionamiento

¿Durante cuánto tiempo ha tenido funcionando la calefacción este invierno? He aquí una pregunta realmente difícil de contestar, y sobre todo si deseamos un resultado expresado en horas (el consumo de energía eléctrica generalmente se mide en Km·h.). En este artículo se describe un contador de horas de funcionamiento, aplicable a cualquier tipo de aparato, ya sea doméstico o industrial; además, su consumo es despreciable.

Si conocemos el número de horas que está funcionando nuestro sistema de calefacción central, nos será fácil determinar la energía que podemos ahorrar cerrando algunos radiadores. Asimismo, este dato nos permitirá establecer el tiempo correcto de funcionamiento de la calefacción en régimen de día y en régimen nocturno.
Si realizamos experimentos con el ajuste del termostato y los radiadores, el único dato que nos indica la eficacia del ajuste son las horas de funcionamiento, que en un período de 24 horas conserva la misma relación con la energía consumida. Por otra parte podemos calcular también el valor absoluto de la energía consumida. Si el sistema funciona a base de combustible líquido, y la caldera es el único elemento conectado al depósito de combustible, podremos conocer el *gasto operacional* dividiendo el número de litros por el número de horas de funcionamiento. Si queremos conocer el costo por hora de funcionamiento, bastará con multiplicar el dato anterior por el precio/litro del combustible.

En el caso de utilizar el gas como combustible, el cálculo no será tan fácil, ya que, frecuentemente, no sólo está conectada la caldera al contador del gas, sino otros elementos consumidores, con lo cual el cálculo sólo se puede hacer de una manera aproximada, a menos que se cierren todas las llaves, excepto la del sistema calefactor, durante un tiempo suficiente, por ejemplo una hora. Con esto podremos hacer un cálculo empírico del consumo del sistema de calefacción, y por supuesto se podrá conocer el momento más adecuado para que el termostato conmute del nivel diurno al nocturno y viceversa; además, también podremos saber el número idóneo de horas de funcionamiento para mantener la casa a una temperatura confortable.

Diagrama de bloques

En la figura 1 se muestra el esquema sinóptico del contador de horas de funcionamiento. La entrada del circuito se conecta en paralelo con el interruptor del termostato de ambiente de la habitación que queremos controlar (generalmente, en las casas sólo hay un termostato para todo el recinto, situado en la habitación más significativa).
Cuando el termostato cierra el circuito de control (calefacción en funcionamiento) el multivibrador *astable* (MVA) comienza a generar impulsos a una frecuencia de 4,5 Hz., aproximadamente. A continuación esta señal se divide entre 2^{14} con lo que se obtiene un impulso por cada hora de funcionamiento. Esta señal se lleva a un contador binario al que se ha conectado un LED mediante un conmutador de varias posiciones, con el fin de comprobar el estado lógico de sus salidas. De este modo el circuito no consumirá apenas energía, si bien para realizar la lectura del mismo habrá que realizar una conversión de binario a decimal (recorriendo con el conmutador todas las salidas del contador para determinar su estado lógico, «0» ó «1»).

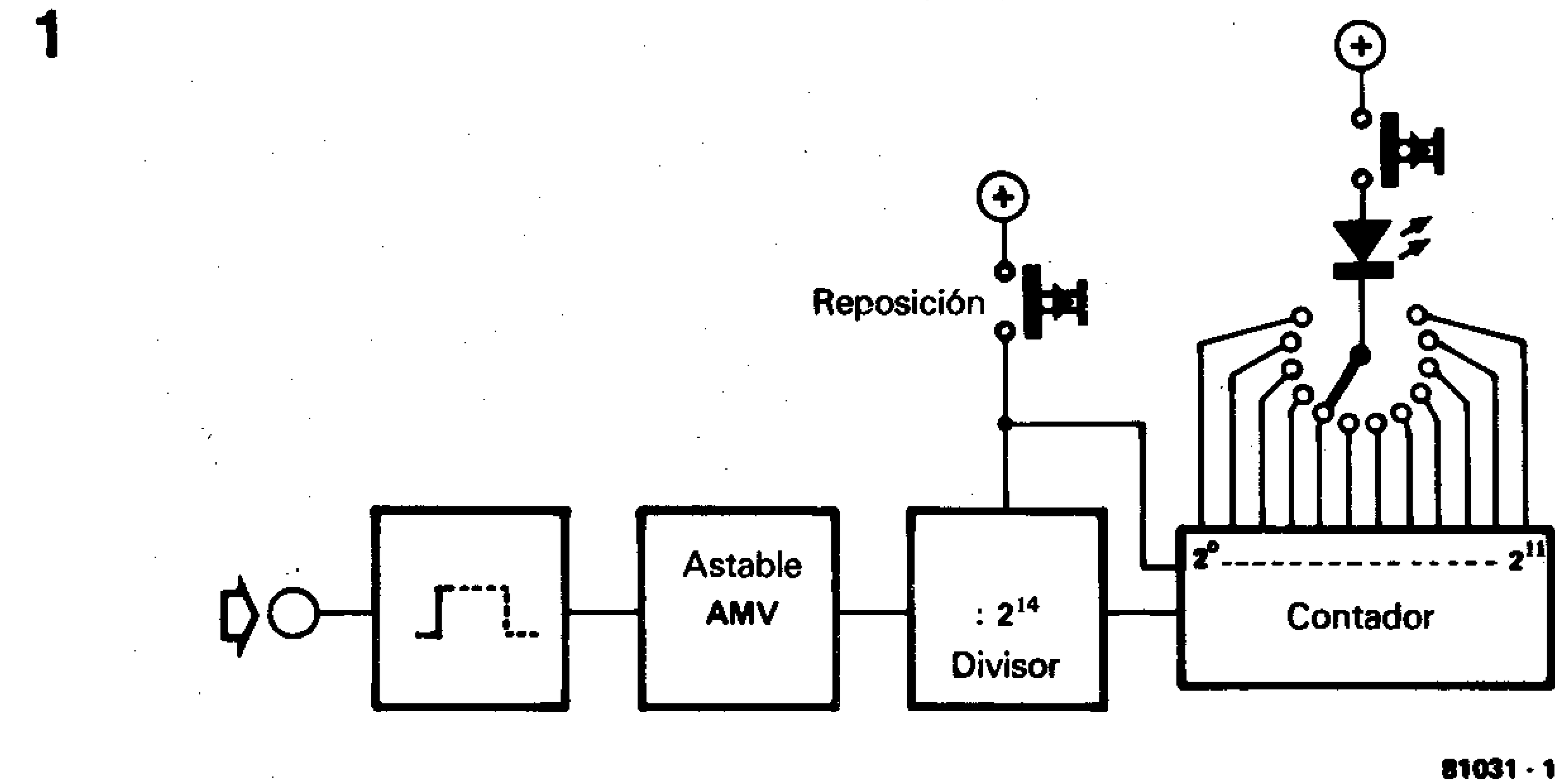


Figura 1. Diagrama funcional de bloques del contador de horas. Se emplea un solo LED para comprobar las salidas (binarias) del contador.

El circuito

El circuito eléctrico del contador de horas se muestra en la figura 2. Teniendo en cuenta la finalidad del circuito, se impone la utilización de integrados CMOS debido a su bajo consumo de energía.
Durante el tiempo que el termostato permanece inactivo (calefacción apagada), el condensador C1 se carga a través de la alimentación del propio termostato. En estas condiciones, el interruptor electrónico A1 está cerrado y la entrada de «reposición» del 7555 (versión CMOS del popular 555) derivada a masa, con lo cual el contador y el divisor quedan inactivos. Tan pronto como el interruptor del termostato se cierra (calefacción en funcionamiento) C1 se descarga a través de R2 (durante unos 10 segundos) y el interruptor A1 se abre. La *entrada de reposición* del 7555 se pone a nivel alto (tensión positiva de alimentación en la patilla 4 de IC1) y el multivibrador comienza a oscilar a la frecuencia de 4,5 Hz. P1 permite un ajuste fino de la señal del 7555, que después de su paso por el divisor (IC2) y mediante el ajuste de P1 deberá entregar un impulso cada hora. IC3 es un contador binario de 12 salidas (Q0... Q11) que transforma los impulsos aplicados a su entrada en un número binario de hasta 12 dígitos (unos o ceros). Al recibir el primer impulso (primera hora de funcionamiento) el contador hace que su slaida Q0 pase a nivel «1», a la segunda hora Q1, a la tercera Q2, a la cuarta Q0 y Q1... etc. Para aquellos lectores que no estén familiarizados con el sistema binario, en la tabla 1 se da la conversión decimal de los números binarios que corresponden a las potencias de dos. Para entender el método de conversión pondremos un ejemplo: si al cabo de un cierto tiempo, al comprobar las salidas Q0... Q11 de IC3, obtenemos el número binario «000001010010» (en el que los unos y ceros significan que el LED D3 está encendido o apagado, respectivamente). El equivalente decimal será el resultado de sumar las cifras de la tabla 1 que se correspondan con un «1» del número binario; es decir 2 + 16 + 64 = 82 horas. El mayor número decimal que se podrá representar con este método será 4095, que es la suma de todas las cifras decimales de la tabla 1 (o en binario 111111111111). Como ya se ha dicho, las salidas del contador se comprobarán una a una con la ayuda del conmutador S3 y su estado se visualizará en el LED D3, pulsando sobre S2 a cada nueva posición, de forma que cuando el LED se ilumine, indicará nivel lógico alto («1») y cuando permanezca apagado nivel bajo («0»). El pulsador S1 (reposición) sirve para poner a cero el contador y el divisor.

Realización

El circuito impreso del contador de horas se muestra en la figura 3. La entrada del cir-

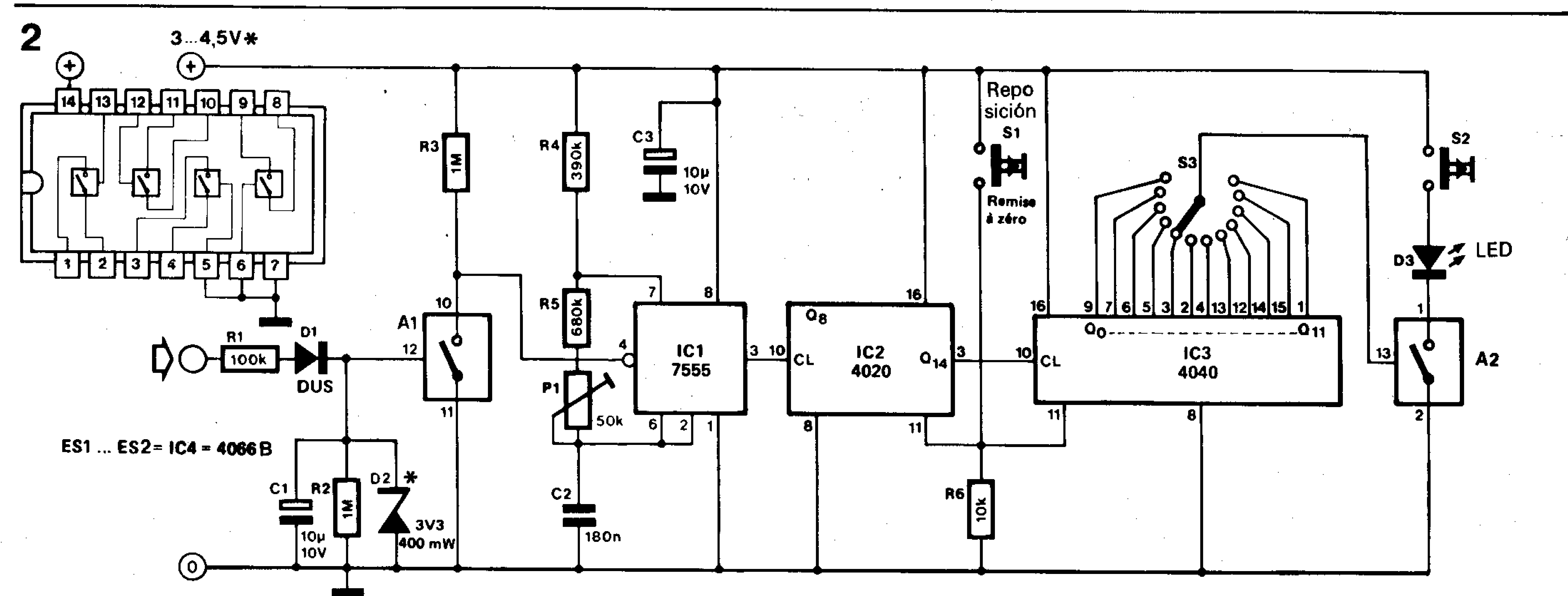


Figura 2. Circuito eléctrico del contador de horas. Su entrada se conecta en paralelo con el interruptor del termostato de ambiente. La utilización de circuitos CMOS se impone cuando se trata de circuitos de bajo consumo.

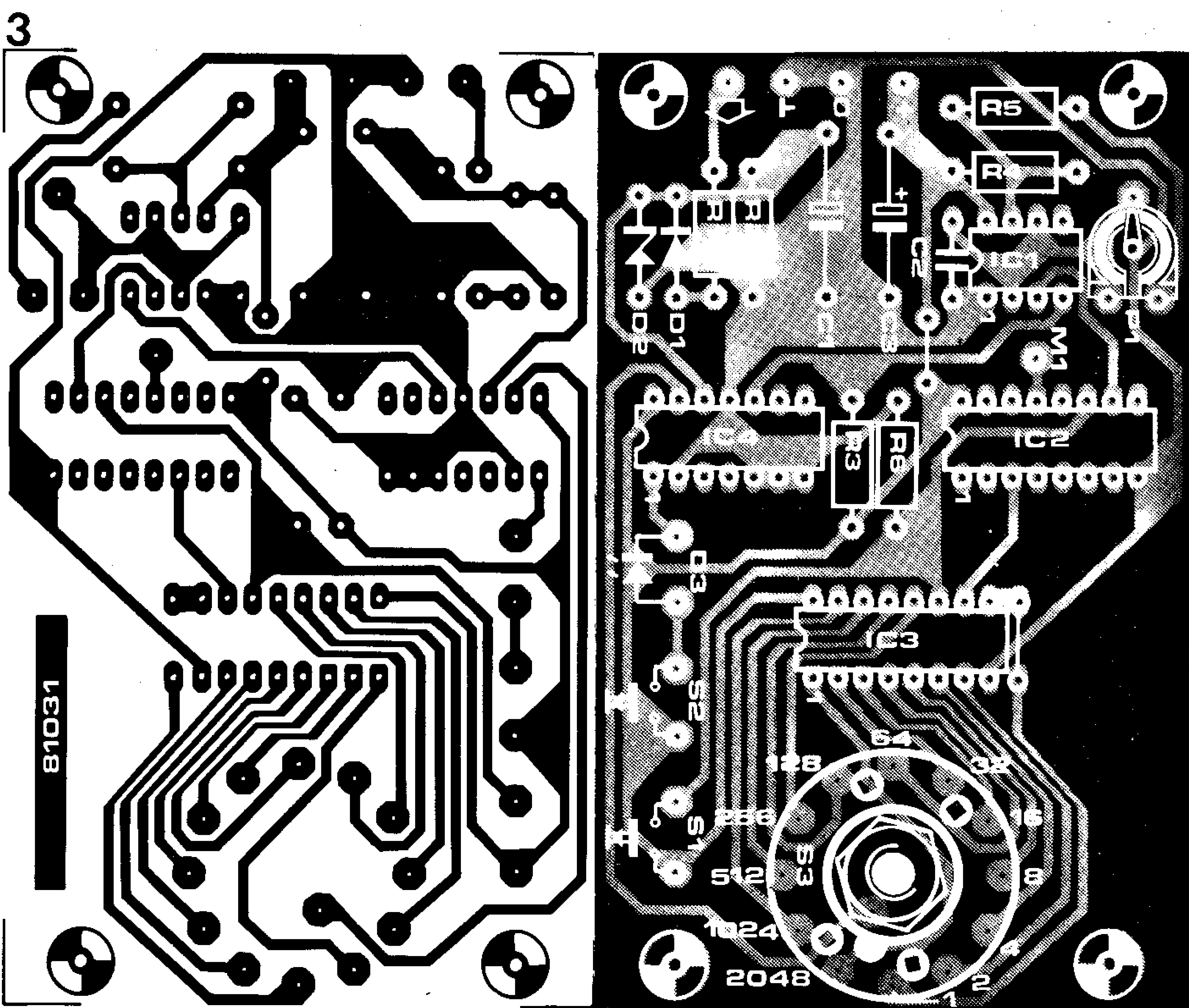


Figura 3. Circuito impreso para el contador de horas. El conmutador S3 se podrá montar directamente en la placa de circuito impreso.

Lista de componentes

Resistencias:
R1 = 100 k
R2,R3 = 1 M
R4 = 390 k
R5 = 680 k
R6 = 10 k
P1 = 50 k (47 k) ajustable

Condensadores:
C1,C3 = 10 µ/10 V
C2 = 180 n

Semiconductores:
D1 = DUS
D2 = diodos zener 3V3/400 mW (ver texto)
D3 = LED rojo
IC1 = 7555
IC2 = 4020
IC3 = 4040
IC4 = A1 . . . A4 = 4066B

Varios:
S1,S2 = pulsadores
S3 = conmutador de 12 posiciones

cuito se conectará al interruptor del termostato de ambiente, a través de un pequeño transformador de 220/24 V. La tensión en el secundario no deberá sobrepasar en ningún caso los 24 V eficaces.
La alimentación del circuito puede hacerse con tres pilas de tipo miniatura (de las empleadas en los transistores) o una de «petaca» de 4,5 V. Con esto será suficiente, ya que el montaje sólo consume 45 microamperios (con el LED apagado). El diodo zener D2 será de un valor superior a la tensión de alimentación, es decir, 3,3 V para una alimentación de 3 V y 4,7 V para 4,5 V.
Para el ajuste de los 4,5 Hz será preciso un destornillador de tipo miniatura y... ¡un cronómetro! Este ajuste se realizará teniendo en cuenta que a la frecuencia de 4,5 Hz en la patilla 13 de IC2 (salida Q8) se produce un cambio de estado cada 28 segundos

Tabla 1. Conversión decimal de las salidas del contador que son potencias exactas de dos.

Q11	Q10	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0
2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
2048	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

exactamente. Una vez conseguido el ajuste será conveniente inmovilizar el cursor del potenciómetro con pintura o barniz para prevenir un desajuste accidental.
Afortunadamente, la frecuencia del MVA es independiente de al tensión de alimentación en un amplio margen, lo cual asegura una indicación fiable incluso cuando las pilas están bastante agotadas.
El circuito se montará en una caja de diseño preferentemente práctico, que permita el acceso a los pulsadores fácilmente, así como la observación del LED si dificultad. Como habrán observado algunos lectores, en IC4 quedan aún dos interruptores sin utilizar, que pueden servir para conectar otros dispositivos y obtener el total de horas para varios aparatos; en este caso habrá que deshacer la conexión a tierra de las patillas 5 y 6 de IC4.

tarjeta de memoria RAM y EPROM para microprocesadores

aplicación al Junior Computer

En este artículo presentamos una tarjeta de memoria que puede contener 8K de memoria RAM y hasta 16K de memoria EPROM, pudiéndose, con pequeñas modificaciones, utilizar con cualquier sistema de microordenador, el Junior Computer incluido, por supuesto.

La popular memoria RAM 2114 tiene cuatro veces más capacidad que las antiguas 2102 y 2112. Su utilización nos ha permitido la realización de esta placa de memoria, mezcla de RAM y EPROM, lo que le da una gran versatilidad. Para la memoria EPROM se puede elegir cualquiera de la serie 27xx ya que la 2708, 2716 y 2732 son todas compatibles patilla a patilla. Lógicamente, para que la placa sea universal, algunas conexiones tienen que ser «programables» (ver esquema de la figura 1). La decodificación de direcciones y el nivel lógico de la señal de selección de «chip» dependen del tipo de EPROM utilizado. Estas conexiones pueden cambiarse mediante puentes realizados en la placa de circuito impreso. El decodificador de direcciones (IC5) divide la totalidad de la memoria direccionable en páginas de 4K. Cada sección de memoria, incluida el área de memoria RAM, puede colocarse donde se quiera, dentro del margen de direccionamiento de 64K.

Cuando se utilizan memorias 2708 como EPROM se puede situar la única página disponible donde se desee, simplemente uniendo, mediante un puente, IC5 con las dos entradas de N1. Con las memorias 2716 se dispone de dos páginas de memoria, por lo que serán necesarios dos puentes entre IC5 y N1. Finalmente, con la 2732, se puede asignar una página de memoria a cada EPROM, como veremos más adelante. El paso siguiente en la decodificación de direcciones consiste en validar correctamente los diferentes circuitos. En lo que se refiere a las memorias RAM, se tienen secciones de 1K (con dos circuitos integrados 2114 cada una), mientras que la EPROM está organizada en secciones de 1, 2 ó 4K, según se trate de los modelos 2708, 2716 ó 2732 respec-

Tabla 1

EPROM tipo	entrada A	entrada B	orden de direccionamiento	
2708	A10	A11	IC25-26-27-28	
2716	A12	A11	IC25-27-26-28	comienzo en página par
2716	A12	A11	IC26-28-25-27	comienzo en página impar
2732: IC7 se suprime IC7 (ver texto)				

Tabla 1. Esta tabla muestra las conexiones de las entradas A y B para los diferentes tipos de EPROMs.

Tabla 2

RAM		EPROM 2707	EPROM 2716	EPROM 2732
1k0 = 1000 ... 13FF	IC25 =	3000 ... 33FF	3000 ... 37FF	3000 ... 3FFF
1k1 = 1400 ... 17FF	IC26 =	3400 ... 37FF	4000 ... 47FF	4000 ... 4FFF
1k2 = 1800 ... 1BFF	IC27 =	3800 ... 3BFF	3800 ... 3FFF	5000 ... 5FFF
1k3 = 1C00 ... 1FFF	IC28 =	3C00 ... 3FFF	4800 ... 4FFF	6000 ... 6FFF
1k4 = 2000 ... 23FF				
1k5 = 2400 ... 27FF				
1k6 = 2800 ... 2BFF				
1k7 = 2C00 ... 2FFF				
conectar las patillas 5 y 9 de IC5 a las entradas de N2		conectar la patilla 14 de IC5 a las entradas de N1	conectar las patillas 3 y 14 de IC5 a las entradas de N1	conectar las patillas 14, 3, 11 y 7 de IC5 a los taladros correspondientes a las patillas 9... 12 de IC7. (Recordar que IC7 se ha suprimido.)

Tabla 2. Ejemplo de un posible formato de direccionado, cuando las secciones RAM y EPROM se siguen secuencialmente.

1

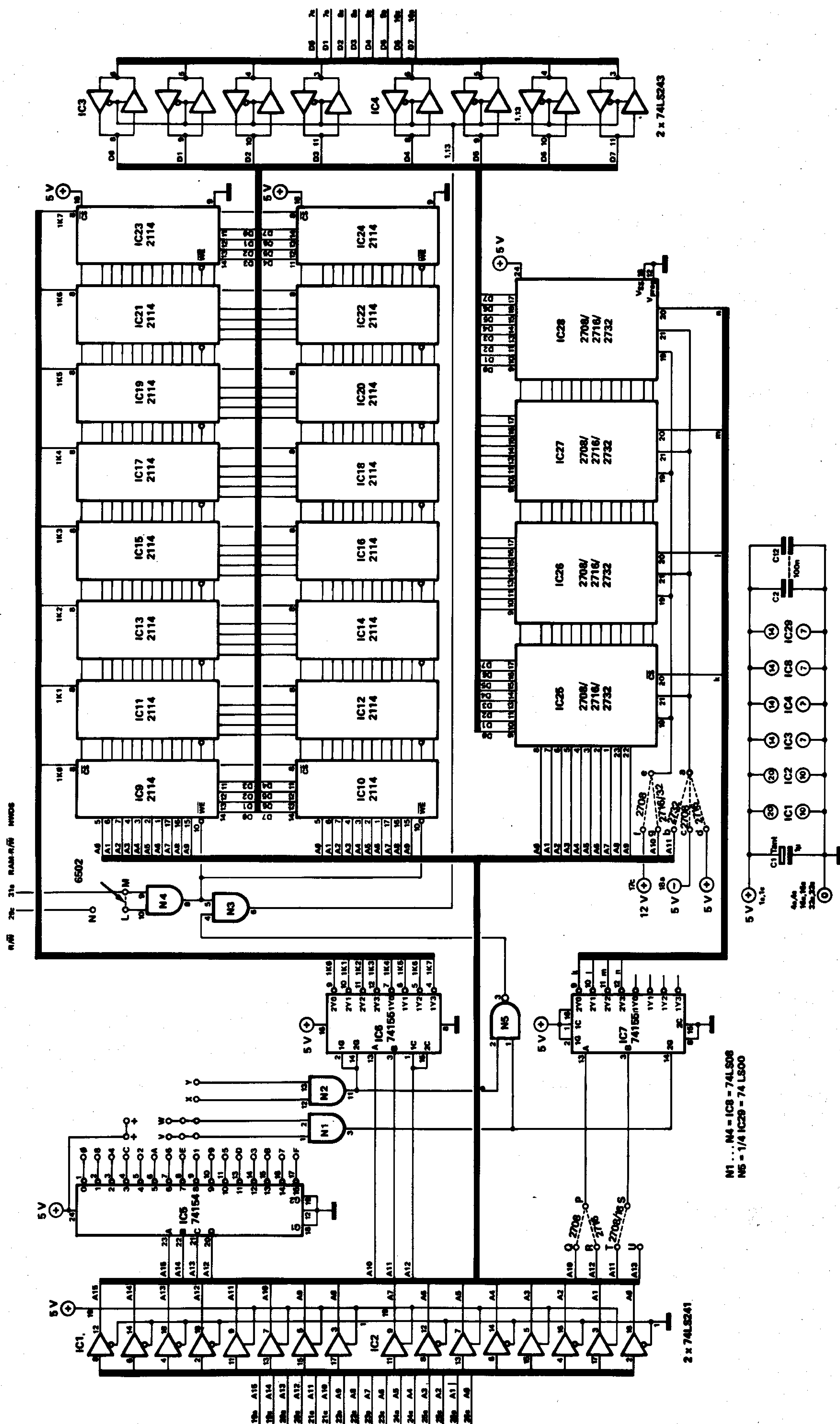


Figura 1.—Esquema completo de la tarjeta RAM/EPROM. Pueden verse claramente las diversas conexiones para los distintos tipos de EPROM posibles.

2

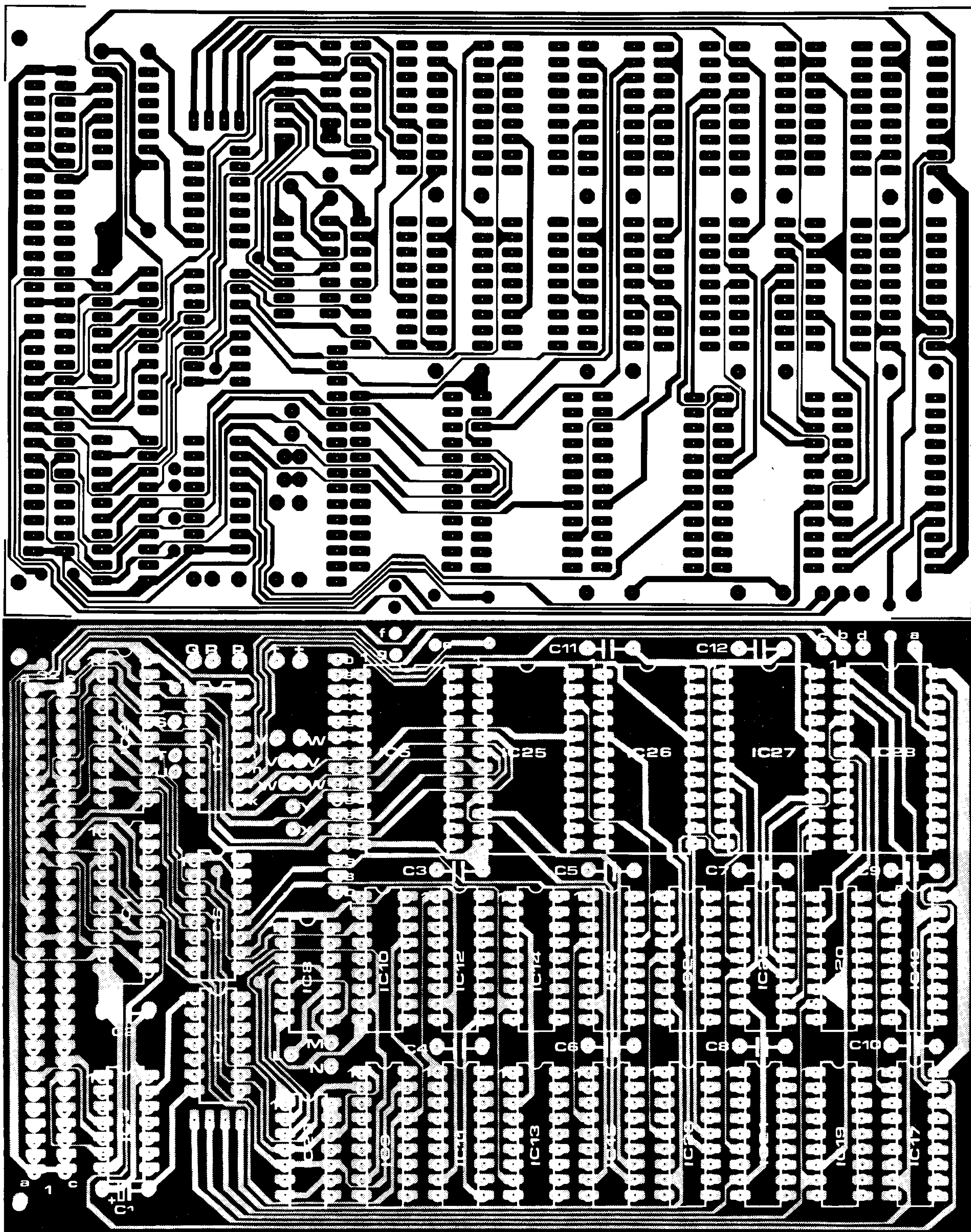


Figura 2. — Circuito impreso (dos caras) y disposición de componentes de la tarjeta RAM/EPROM. Esta tarjeta tiene capacidad para 8k de RAM y 16k de EPROM.

Lista de componentes

Condensadores:
C1 = 1 μ/10 V tantalo
C2 . . . C12 = 100 n

Semiconductores:
IC1,IC2 = 74LS241
IC3,IC4 = 74LS243
IC5 = 74154
IC6,IC7 = 74(LS)155
IC8 = 74LS08
IC9 . . . IC24 = 2114 (RAM)
IC25 . . . IC28 = 2708, 2716
or 2732 (EPROM ver texto)
IC29 = 74LS00

tivamente. El circuito integrado IC6 realiza la decodificación de la sección RAM; se trata de un 74155 montado como decodificador de 3 a 8 líneas. Un circuito similar, el IC7 (dos decodificadores de 2 a 4 líneas) se utiliza para seleccionar las memorias EPROM. Las señales en las entradas A y B de este decodificador pueden seleccionarse mediante puentes dependiendo del tipo de EPROM que se utilice (ver tabla 1). El orden de direccionamiento es un poco diferente cuando se utiliza una memoria 2716. En la práctica, eso no supondrá ningún problema, si estas EPROMs se programan y colocan en el orden correcto. En la

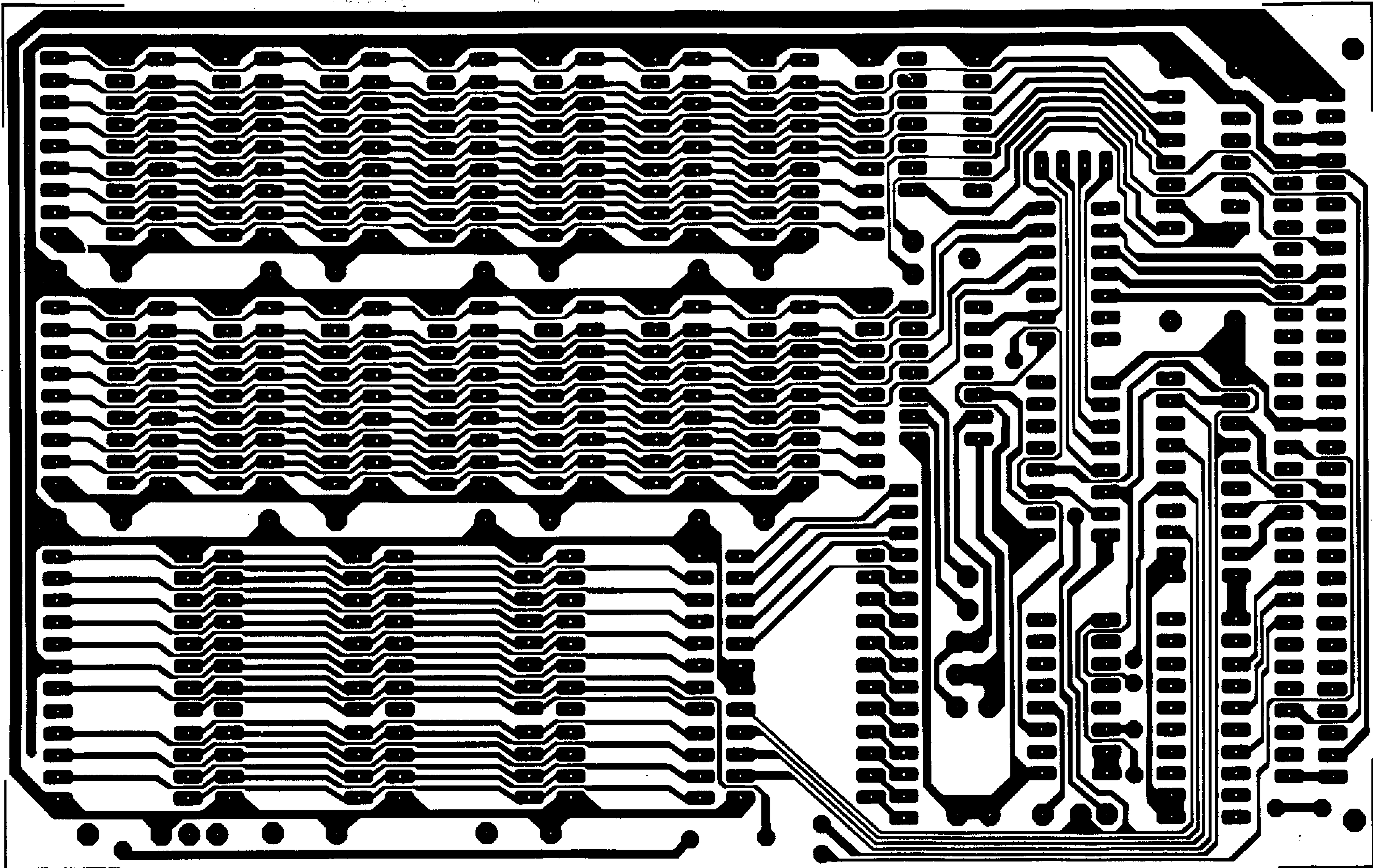


tabla 2 se da un ejemplo de las direcciones más significativas para el caso en que se coloca la sección RAM en las páginas 1 y 2, seguida secuencialmente por las secciones de memoria EPROM.

Esta tarjeta de memoria incorpora los *buffer* necesarios para mantener la carga mínima en los *buses*. El bus de direcciones utiliza como buffer circuitos integrados del tipo 74LS241 que tienen entradas PNP que requieren una corriente de entrada muy baja. Algo similar sucede con el bus de datos pero mientras en el caso anterior los buffer eran unidireccionales, en este caso son bidireccionales, quedando el sentido de transferencia de los datos, determinado por el nivel lógico aplicado a la línea de selección común. Cuando esta línea está en estado bajo, los buffer permiten la transferencia de datos hacia la sección de memoria RAM, mientras que, cuando esta línea está en estado alto se pueden leer los datos almacenados en las dos secciones de memoria.

Mientras la tarjeta de memoria no esté direccionada, los buffer del bus de datos permanecen constantemente en modo escritura (a través de las puertas N3 y N5). Cuando se selecciona la tarjeta de memoria, los buffers pasan a modo lectura. Los datos sólo pueden entrar en la sección RAM si se introduce una señal de escritura a través de la puerta N4. Las dos conexiones de entrada de dicha puerta permiten una gran flexibilidad para utilizar esta tarjeta de memoria con la mayoría de los sistemas de microprocesador. Más adelante veremos las modificaciones necesarias para la utilización con el Junior Computer. El modo de decodificación de direcciones de esta tarjeta tiene una gran flexibilidad que, lógicamente, hay que saber utilizar. Lo primero que hay que observar es que IC5 divide el campo direccionable en páginas de 4K-octetos y que N1 mediante sus entradas V y W selecciona una o más de estas páginas para las memorias EPROM, mientras que N2 (a través de sus entradas X e Y) selecciona dos páginas de 4K-octetos para la RAM. En general:

Salida de IC5	Dirección de la página	2 páginas de RAM seleccionadas por: X	Y
Ø	ØØØØ ... ØFFF	Ø	
1	1ØØØ ... 1FFF		1
2	2ØØØ ... 2FFF	2	
3	3ØØØ ... 3FFF		3
4	4ØØØ ... 4FFF	4	
5	5ØØØ ... 5FFF		5
6	6ØØØ ... 6FFF	6	
7	7ØØØ ... 7FFF		7
.	.		.
.	.		.
.	.		.
F	FØØØ ... FFFF		F

Es preciso hacer una serie de observaciones para cada tipo de memoria:

RAM

Son necesarias dos páginas de 4K, una para IC9... IC16 y otra para IC17... IC24. Una debe ser página par y la otra impar. Por ejemplo, X = 4 e Y = 5 definen un área de memoria comprendida entre *4ØØØ* y 5FFF.

EPROM 2708

Para 4 EPROM de este tipo (de 1K) es necesaria una página entera de 4K que puede seleccionarse conectando una de las salidas de IC5 a N1 (V). La entrada W de N1 se conecta también a V o, a través de un puente, al positivo de la alimentaicón. Este campo de 4K se subdivide mediante IC7 (conectado a las líneas de dirección A10 y A11) para seleccionar las EPROMs como sigue:

IC25	VØØØ...V3FF
IC26	V4ØØ...V7FF

Páginas de EPROM

para memorias 2708: V	para memorias 2716: V	W
Ø	Ø	
1		1
2	2	
3		3
4	4	
5		5
6	6	
7		7
.	.	
.	.	
.	.	
F		F

IC27	V8ØØ...VBFF
IC28	VCØØ..VFFF

EPROM 2716

En este caso es necesario direccionar 8K-octetos. Para ello se aplican los mismos principios: V debe conectarse a una salida par de IC5 y W a una salida impar. Por ejemplo: para V = 2 y W = 7, a las cuatro

EPROM les corresponderán las siguientes direcciones:

IC25	2000...27FF
IC26	7000...77FF
IC27	2800...2FFF
IC28	7800...7FFF

Obsérvese que IC25 e IC27 forman un par con una capacidad de 4K-octetos y lo mismo sucede con IC26 e IC28.

EPROM 2732

A cada uno de estos circuitos integrados le corresponde una página y por tanto una salida de IC5. Con lo que, en este caso, no es necesaria ninguna subdivisión del campo de memoria e IC7 sobra.
Las cuatro páginas pueden seleccionarse directamente puenteando las salidas de IC5 con los taladros previstos para las patillas 9... 12 de IC7. La patilla 9 (k) corresponde a IC25, la 10 (l) a IC26, etc. Esto significa, por ejemplo, que si IC28 está colocada en la última posición debe puentearse la salida F de IC5 con el taladro correspondiente a la patilla 12 de IC7.

Puentes y posiciones no utilizadas

Es importante no dejar las entradas no utilizadas «al aire» debiendo conectarse a + 5 V. Especial cuidado debe ponerse al realizar los puentes de IC7 y de IC25... IC27 ya que dependen del tipo de EPROM utilizada de acuerdo con lo que se indica a continuación:

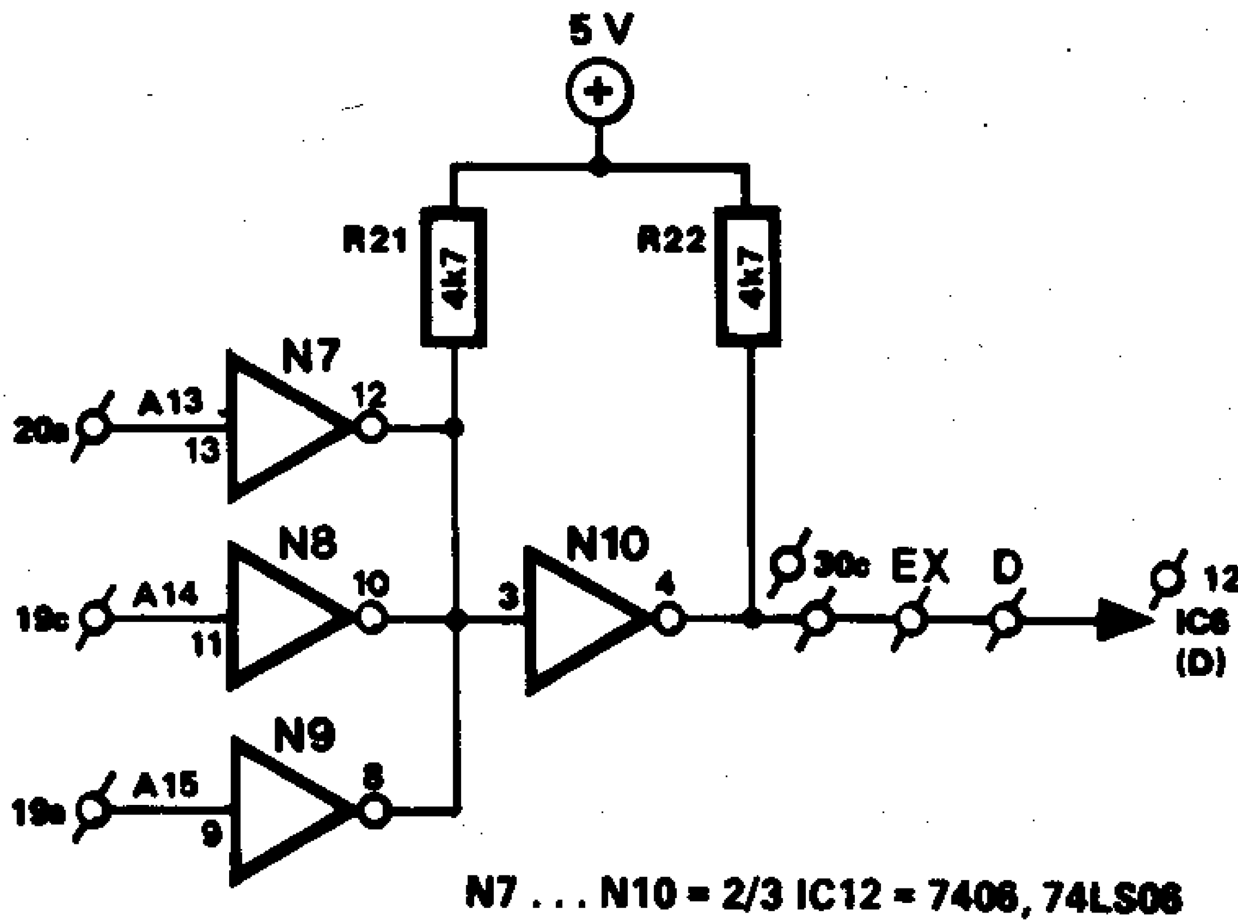
2708: P-Q, S-T, e-f, a-c
2716: P-R, S-T, e-g, a-d
2732: e-g, a-b.

Finalmente conviene advertir que la masa debe conectarse en diversos contactos del conector: 4a/c, 16a/c por un lado y 32a/c por otro. Estos puntos no están conectados entre sí por ninguna pista del circuito impreso.

Aplicación de la tarjeta de memoria al Junior Computer

Ante todo hay que realizar el puente entre L y M de N4, tal como se indica en la figura 1.
Resumamos ahora las posibilidades existentes.
1) Podemos disponer de hasta 8k de RAM, teniendo siempre en cuenta que el númer de circuitos integrados 2114 debe ser par. Los circuitos integrados se montarán, por tanto, a pares, en los emplazamientos previstos al efecto (IC9... IC24).
2) Las distintas EPROMS se pueden seleccionar de diversos modos como se indica en la tabla siguiente:
Obsérvese que no se pueden mezclar las columnas.
3) Teniendo en cuenta los dos puntos anteriores, se puede realizar una combinación de RAMS y EPROMS.
Un punto importante que hay que tener en cuenta es que el tamaño de la zona de memoria no tiene que ser más grande de lo que el usuario desea. Esto significa que no

3



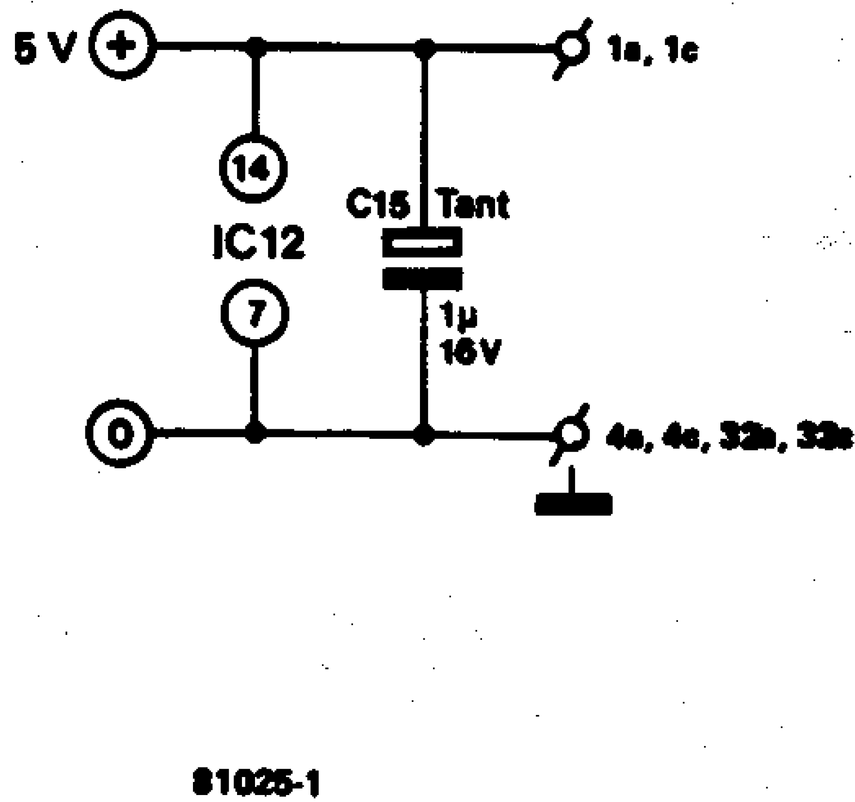


Figura 3. — Para preparar el Junior Computer de manera que pueda recibir memoria externa después de la página 20 es preciso añadir este circuito. Así mismo es necesario modificar el cableado de la placa principal. Se puede aumentar la memoria externa estandar mediante las señales de selección de «chip» K1... K5 (páginas 04... 17). Obsérvese que las conexiones K1... K5 deben estar provistas de resistencias de colector (3k3) conectadas a + 5V. En la figura se han adaptado los nombres de los componentes a los del Junior Computer.

		2708		2716		2732
a)	0k	–		–		–
b)	1k	1		–		–
c)	2k	2	ou	1		–
d)	3k	3		–		–
	4k	4	ou	2	ou	1
e)	6k	–		3		–
f)	8k	–		4	ou	2
g)	12k	–		–		3
h)	16k	–		–		4

4

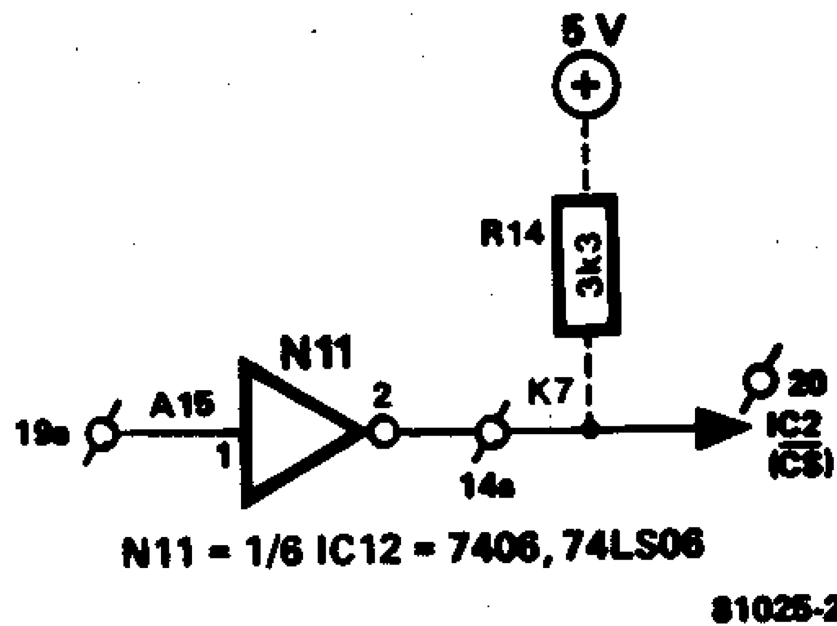
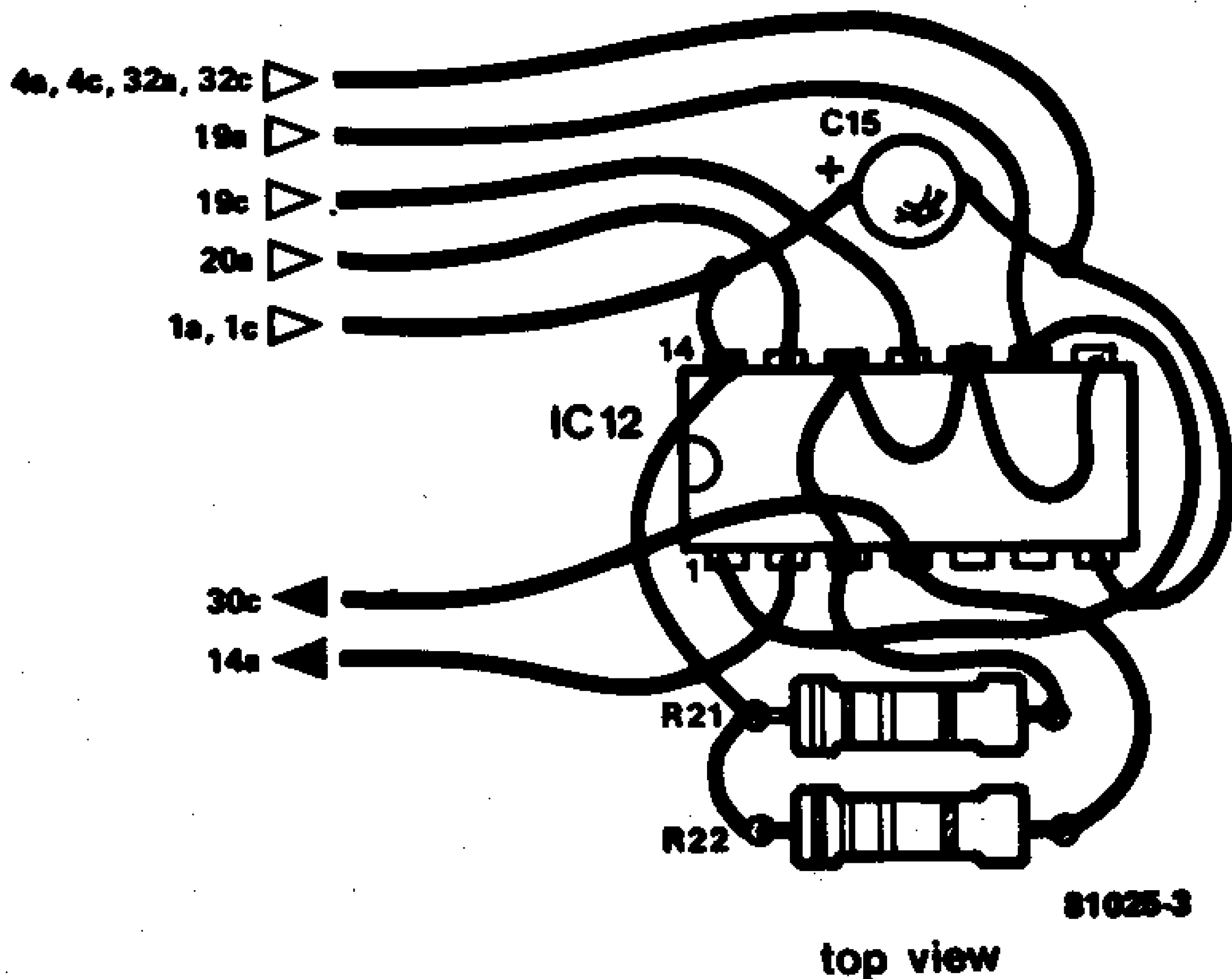


Figura 4. — Este es el material necesario para mantener los vectores NMI, IRQ y RES en la página 1F. En la figura 6 se propone una solución mejor.



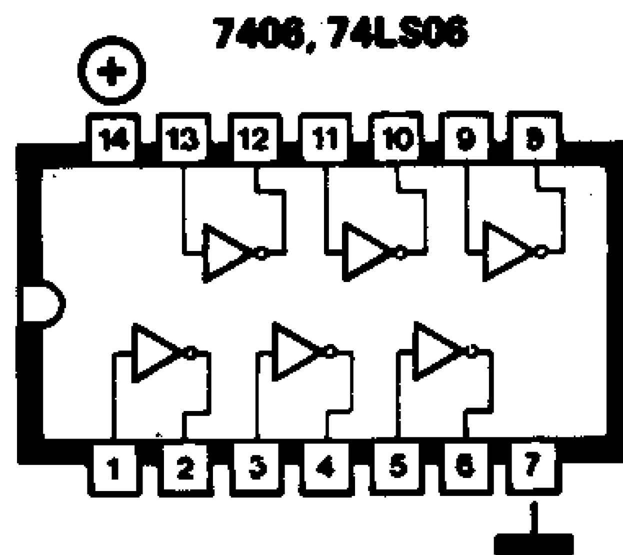


Figura 5. — Realización práctica de los circuitos de las figuras 3 y 4. Más adelante se publicará un circuito adecuado para montar estas y otras modificaciones.

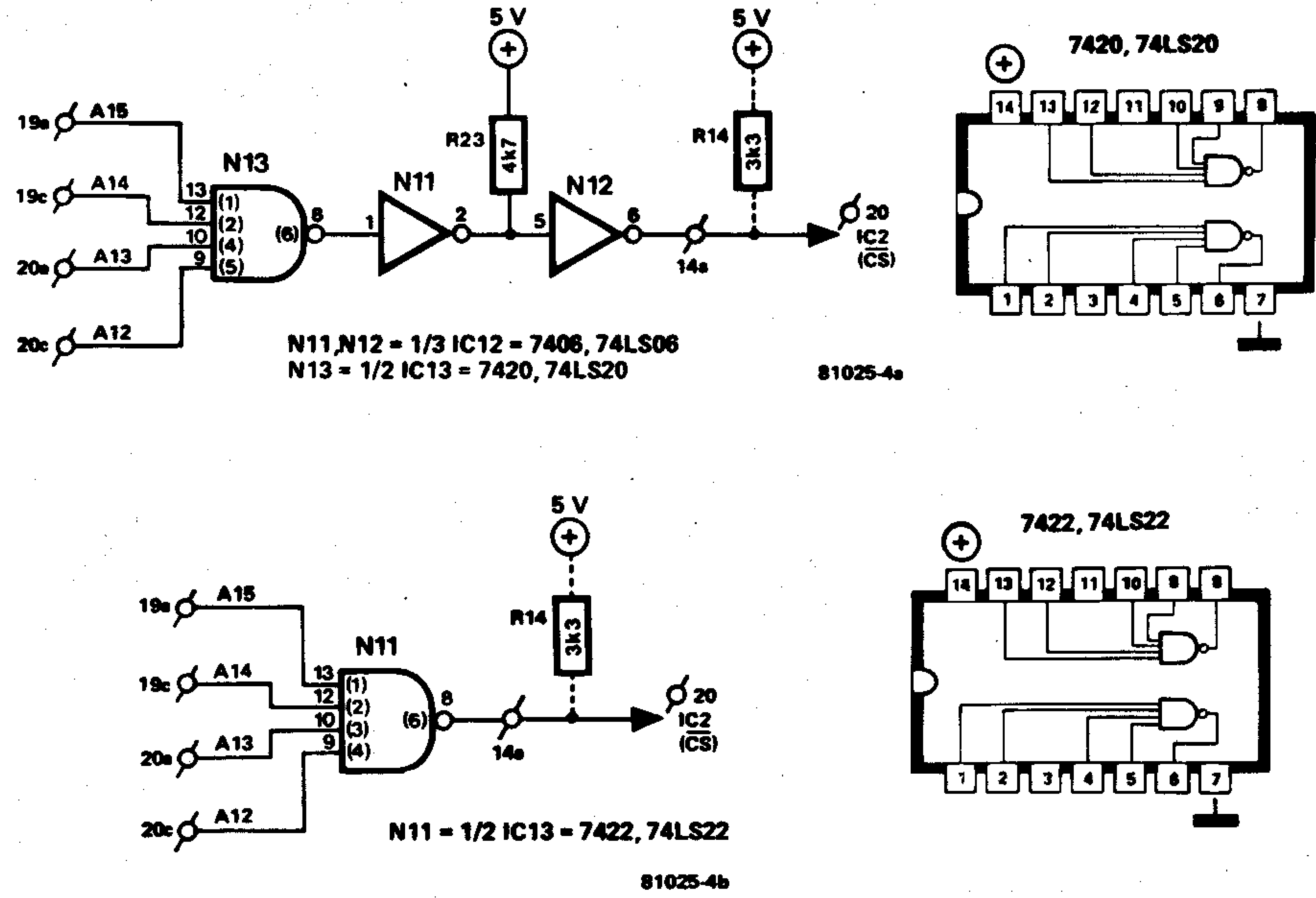


Figura 6. — Esta es una alternativa posible para el circuito de la figura 4 que se ofrece en dos versiones para utilizarlas según las diferentes necesidades de memoria. El bloque de EPROM que contenga la página FF no debe utilizarse para evitar un doble direccionamiento.

es necesario adquirir de golpe todos los componentes necesarios para la tarjeta completa cuando, por ejemplo, sólo se necesitan 2k de EPROM. Naturalmente se puede añadir memoria suplementaria cuando se desee. La ventaja evidente de esto es que puede distribuirse en el tiempo el coste de la tarjeta completa.

Si se examina la decodificación de direcciones estándar del Junior Computer, se observará que de los 8k de memoria decodificados en la versión básica, 5k no se han utilizado todavía (selecciones de circuito K1... K5). La ampliación de memoria está direccionada en las páginas siguientes a la 2Ø (ver Elektor nº 6 págs. 9-15 a 9-24). Por otra parte las líneas de direccionamiento A13, A14 y A15 no intervienen aquí, de manera que, por ejemplo, la página Ø2 no se distingue de las páginas 22, 42, 62, 82, A2, C2 ó E2. Esto es lo que nosotros tenemos que modificar ahora. Cuando se utiliza la tarjeta de memoria es necesario que sus 8k sean sólo direccionables por un solo número de página para cada 1/4k y no por 8 como sucede ahora. Esto puede realizarse mediante el circuito de la figura 3, y cambiando el cableado de la tarjeta principal del Junior Computer. Empecemos por esto último: el punto D debe desconectarse de masa y conectarse a EX. La salida de N10 se conectará ahora a B. Esta salida tendrá nivel lógico Ø (= situación original) cuando las tres líneas A-13... A-15 sean Ø. Con esto las 8k de memoria son sólo accesibles en las páginas ØØ... 1F, entre las cuales las páginas Ø4... 17 son direccionables mediante las señales K1... K5.

Desplazamiento de los vectores

Los vectores NMI, RES y IRQ están situados en la página FF (en las direcciones FFFA... FFFF). En realidad, en la situación estándar los vectores están situados en la página 1F (EPROM IC2). Cuando se añade el circuito de la figura 3, el microprocesador 6502 buscará la pgina FF siempre que se produzca un NMI, un IRQ o un RES. En otras palabras, va a buscar en vano el circuito IC2. Esto se puede remediar con ayuda del circuito de la figura 4. Cuando la línea de dirección A15 está en estado lógico 1, por ejemplo, al direccionar la página FF, K7 tomará el valor Ø y se seleccionará la EPROM IC2 de la tarjeta principal. No obstante la solución de la figura 4 tiene el inconveniente de que se pierde una cantidad considerable de memoria. El hecho es que todas las posibilidades de ampliación que requieran A15 = 1 (es decir, 32k de memoria) no son posibles. A parte de las 8k de memoria de que ya disponemos, la única ampliación posible se encuentra en las 96 páginas 20... F, es decir, los 24k disponibles con una placa de ampliación completa.

Si por el contrario se desea disponer de toda la cantidad de memoria posible, deberá reemplazarse el circuito de la figura 4 por uno de los de la figura 6. Aquí K7 sólo vale Ø cuando las líneas A12... A15 valen 1. Esto permite acceder libremente a las páginas 2Ø... EF (es decir un total de 208 páginas), lo que supone 52k que pueden obtenerse mediante 2 ó 3 nuevas tarjetas de memoria. Como ya se ha indicado anteriormente, la utilización de las 16 últimas páginas (F000... FFFF) están limitadas por el hecho de que los vectores de interrupción están almacenados en FFFA... FFFF. Esto supondrá una limitación más o menos importante dependiendo del tipo de EPROM utilizada: con la 2708 se pierde 1K (FCØØ... FFFF), con la 2716 se pierden 2k (F8ØØ... FFFF) y finalmente con la 2732 se pierde la totalidad de la última sección de memoria (FØØØ... FFFF).

El diseño de la figura 5 muestra cómo realizar provisionalmente el cableado suplementario. Provisionalmente significa hasta la publicación del tomo 3 dedicado al Junior Computer, que indluye una tarjeta de circuito impreso específica para diversas ampliaciones. ◼